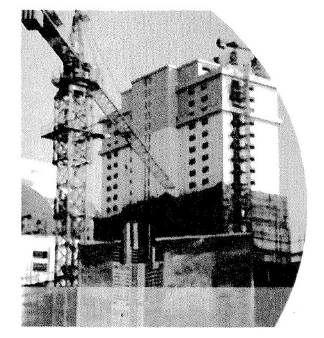
إدارة المشاريع

منهج كمي



د. مؤيد الفضل   د. محمود العبيدي



بسم الله الرحمن الرحيم

إدارة المشـــاريع

منهـــج كمـــي



إدارة المشاريع

منهج كمي

تأليف

الدكتور
مؤيد الفضل
جامعة الاسراء

الدكتور
محمود العبيدي
جامعة فيلادلفيا

الطبعة الأولى

2005



658.049

الفضل ،مؤيد

ادارة المشـــاريع :منهـــج كـــمي /مـــــؤيد الفضل ، محمود العبيدي ._ عمان :مؤسسة الوراق ،2005 .

(...) ص

ر . أ. : (2005/4/884)

الواصفات : /إدارة المشروع //تنفيذ المشاريع /

* تم أعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع

ص . ب 1527 عمان 11953 الأردن / تلفاكس 5337798

البريد الإلكتروني E- mail : halwaraq @ hot mail . com

www.alwaraqpub.com

info@alwarawqpub.com

المحتويات

الموضوع	الصفحة

الموضوع		الصفحة
	أسئلة وتمارين الفصل السادس	324
	الفصل السابع : أساليب وتقنيات مختلفة في إدارة وتنفيذ المشاريع	329
.1.7	العلاقة بين شبكات العمل Network والمخططات الزمنية Bar-Chart ودورها في الاستغلال الأمثل للموارد	331
1.1.7	تكامل العلاقة بين شبكات العمل والمخططات الزمنية	331
.2.7	أساليب توزيع الموارد المتاحة واستغلالها بشكل امثل	339
.3.7	أسلوب GERT	362
	أسئلة وتمارين الفصل السابع	367
	المراجع العلمية للكتاب والملاحق	368

إن نشـــاطات الحياة المختلفة وبالذات الاقتصادية منها بشكل خاص في حالة تجدد وتطور ونمو في مختلف الاتجاهات والتخصصات، وقد ظهرت هذه العملية من النمو والتطور بشكل واضح في القرن السابق والقرن الحالي، حيث أن عملـــية النمو والتطور وولادة المنظمات المختلفة اصبح من مميزات القرن الحالـــي أو مـــا يعرف بالألفية الثالثة والتي تشكل أهم سماته بالمقارنة مع ما ســـبق. ولا بـــد لأي حالـــة من حالات النمو والتطور هذه وكذلك حالة الولادة الجديـــدة مـــن وجـــود فكـــرة معينة تحمل كل أو بعض طموحات متخذ القرار المســـتقبلية في أي منظمة أو منشأة في الواقع العملي. أن هذه الفكرة هي في واقـــع الحال ما يطلق عليه مسمى المشروع **Project** ، أي أن المشروع هو ذلـــك الوليد الجديد الذي يعد بمثابة نواة لأي منشأة أو منظمة، أو هو توسيع وتطويـــر للوضـــع الحالي ، ولا يمكن رعاية وتنمية هذا الوليد دون أن تكون هـــنالك إدارة وتوجـــيه من جهة عليا مدركة تأخذ على عاتقها عملية الرعاية والاشراف والتطوير .

مـــن هـــنا بـــدأت الجهود تتوحد في اطار وافق واحد نحو خلق إدارة واعـــية من شأنها أن تشرف على عملية تخطيط وجدولة ورقابة عملية تنفيذ المشـــاريع المخـــتلفة. ولم تعد هذه العملية رهينة بكفاءة ومهارة المخطط أو المشـــرف علـــى عملية تنفيذ المشروع فحسب، بل تطورت إلى اكثر من ذلك، بحيـــث أصـــبحت تسخر لهذا الغرض الأساليب العلمية المختلفة ومن أهم هذه الأســـاليب هو البرمجة الشبكية التي ظهرت إلى الواقع في نهاية الخمسينات، ومن ثم بدأت بالتنامي بشكل متناسب مع تطور البرامجيات والحواسيب، ولهذا السبب يتركز اهتمامنا في هذا الكتاب على دور وأهمية هذا الأسلوب في إدارة المشاريع .

يقع كتابنا هذا في سبعة فصول، خصص الأول منها للمفاهيم الأساسية فـــي إدارة المشاريع، والفصل الثاني خصص لدراسة عملية تخطيط المشروع مـــع بـــيان أدوات ومزايا التخطيط في المشروع. تنظيم المشروع وتنفيذه تم دراسته في الفصل الثالث من كتابنا هذا. الفصل الرابع خصص لدراسة شبكات العمـــل وبالتحديد أسلوب المسار الحرج (C.P.M)، أما تقييم ومراجعة تنفيذ المشـــاريع أو الـــبرامج (PERT) فقد تم دراسته في الفصل الخامس. الفصل السادس خصص لدراسة أسلوب **PERT/Time-Cost** في الرقابة على تنفيذ المشـــاريع. الفصل الأخير من الكتاب خصص لدراسة أساليب وتقنيات مختلف فـــي إدارة وتنفـــيذ المشـــاريع. وقد تم تقديم في نهاية كل فصل مجموعة من التماريـــن والحالات الدراسية وكذلك الأسئلة النظرية. أما في نهاية الكتاب فقد وردت المـــراجع العلمـــية مع الملاحق الضرورية لما ورد من مادة علمية في متن الكتاب.

فـــي الوقت الذي نضع فيه هذا الكتاب بين يدي القارئ الكريم نأمل أن تكـــون مادته العلمية وافية وشاملة من حيث المضمون أو المحتوى للمشكلات الأساســـية فـــي موضـــوع إدارة المشاريع ونسأل الله أن يوفقنا لما فيه الخير للجميع.

المؤلفان

الفصل الأول

مفاهيم أساسية في

إدارة المشروع

تهـدف المـادة العلمـية في هذا الفصل إلى تمكين القارئ من أدراك المفاهـيم الأساسية في إدارة المشروع قبل البدء في تحليل الوظائف الإدارية لإدارة المشـروع، وسيتم التركيز على تحديد وتحليل الأبعاد الأساسية لمفهوم المشـروع والـتطور التاريخي لإدارة المشروع مع بيان دورة حياة المشروع وأهمية المشروع في منظمات الأعمال.

1-1 تعريف المشروع Definition of project

مـن التسـاؤلات التي يثيرها تحديد مفهوم المشروع هي كيفية توضيح المعايـير التي طبقا لها يتم تمييز نشاط المشروع عن أنشطة المنظمة الأخرى ومن هذه المعايير هي ما يلي :

1- أنشطة غير متكررة .

2- حجم قليل وتنوع كبير في الأنشطة .

3- محاولة مؤقتة لتقديم منتوج أو خدمة لأول مرة [هذا المعيار تم تحديده من قبل معهد إدارةالمشروع الأمريكي (PMI)(Project Management Institute)]

4- أنشطة لها بدايات ونهايات زمانية محددة .

فـي إطار هذه المعايير يُعرّف المشروع بأنه نشاط بشري منظم يهدف إلـى إنجـاز هـدف معيـن في فترة زمنية محددة (بدايتها ونهايتها محددة) وباسـتخدام موارد متنوعة من (العاملين والمستلزمات الفنية والطاقة والمواد الأولية والموارد المالية أو أية بيانات أو معلومات لازمة لعملية الإنجاز).

أمـــــا جمعـــــية إدارة المشـــــروع البريطانـــــية (Association of Project Management), (PMA) ، فقـد عرفــت المشروع بما يلي:

(مجموعــة مــن الأنشطة المترابطة غير الروتينية لها بدايات ونهايات زمنــية محــددة، يتم تنفيذها من قبل شخص أو منظمة لتحقيق أداء وأهداف محددة في إطار معايير الكلفة ، الزمن ، الجودة).

كمــا عرف المشروع بأنه "مجموعة من الأعمال المترابطة يتم تنفيذها بطريقة منظمة " .

وعــرف أيضا بأنه" عبارة عن مجهود يتم القيام به بهدف تحقيق إنجاز محــدد، لمرة واحدة ، وذو طبيعة خاصة لا تتكرر بنفس الصورة، ويتم إنجازه خلال فترة زمنية محددة وفي حدود ميزانية مالية محددة " .

وفي إطار فهم وتعريف المشروع ينبغي التمييز بين بعض المصطلحات التي يترادف استخدامها مع المشروع ومنها :

- بــرنامج Program ويقصد به مجموعة من المشروعات التي تساهم في تحقيق هدف كبير وطويل الأجل .
- مهمة Task ويقصد بها تجزئة المشروع إلى مراحل جزئية باكتمالها يكتمل المشروع .
- حــزم عمل Work Packages وتمثل تقسيم المهمة إلى أعمال بإنجازها يتم اكتمال المهمة .
- وحدات عمل Work Units ويقصد بها تجزئة حزم العمل إلى أوامر عمل باكتمالها تكتمل حزم العمل.

ويمكن توضيح هذه المفاهيم بمثال عن برنامج تطوير المهارات الإدارية فـــي إحـــدى المـــنظمات: حيث يتضمن البرنامج مجموعة برامج تدريبية كل برنامج يمثل مشروع ضمن البرنامج العام الذي يهدف إلى تطوير أداء العاملين في مجال المهارات الإدارية. لتنفيذ كل برنامج تدريبي يتم تحليل البرنامج إلى مهـــام رئيســـة (مـــثل أعـــداد المادة التدريبية، تهيئة أماكن التدريب، جدولة المحاضـــرات) ثـــم يتم تجزئة كل مهمة إلى حزم عمل حيث يتم تجزئة مهمة إعداد المادة التدريبية إلى (الاتصال بالمختصين لتكليفهم بعملية الإعداد للمادة التدريبية ، تهيئة مستلزمات طباعة المادة التدريبية... الخ) ثم يتم تجزئة حزم الأحداث إلى وحدات عمل صغيرة تسند إلى الأشخاص لتنفيذها يومياً.

1.1.1 مفهوم المشروع في إطار نموذج ICOM

يعتبر النموذج أداة في فهم أي ظاهرة وينطبق ذلك على المشروع، ومن النماذج الإدارية المتعارف عليها نموذج النظام والذي يحلل أي نظام تشغيل إلى مدخـــلات وعملـــيات ومخرجات ، وطبقا لهذا النموذج يتمثل المشروع بعملية تحويـــل أنواع معينة من المدخلات إلى مخرجات محددة في ظل مجموعة من القـــيود وباستخدام آليات متنوعة لإنجاز المشروع ، أي أن المشروع بموجب هذا النموذج يتضمن العناصر التالية:

- المدخلات **Inputs**
- قيود **Constraints**
- مخرجات **Outputs**
- آليات عمل **Mechanisms**

وباســتخدام الحرف الأول من كل عنصر باللغة الإنكليزية تظهر تسمية النموذج والمتمثلة بـ (ICOM) ،وفيما يلي توضيح موجز لهذه العناصر :

أولاً – المدخلات INPUTS

تعتــبر الرغــبة فــي تطويــر الوضع الحالي المحرك الأول لظهور أي مشروع، حيث يشكل المشروع الأداة التنظيمية للاستجابة لأي عملية تغيير في أنظمة عمل المنظمة المادية وغير المادية، ويتم التعبير عن هذه الحاجة بوثيقة تعبر عن تقييم الوضع الحالي ومبررات التغيير المطلوب، والتي قد تعتبر أحيانا اســتجابة لرغبات المستهلك أو تنفيذاً لحاجات استراتيجية للمنظمة أو الاثنين معاً.

ثانياً – القيود Constraints

إن إســتجابة المشروع لتحقيق رغبات المستهلك وأهداف المنظمة تتأثر بمجموعــة من القيود والتي ترتكز بشكل كبير على(الوقت، الكلفة، الجودة) ، إضافة إلى قيود أخرى والتي يمكن توضيحها كما يلي :

1- الوقت Time

جمــيع المشــاريع مقــيدة بزمن معين للإنجاز والذي يشكل في الواقع التحدي الأكبر لإدارة المشروع .

2- الكلفة Cost

إن حجــم وتوقيــت الموارد المالية تعتبر عاملا أساسياً في استمرارية عمليات تنفيذ المشروع .

3- الجودة **Quality**

وتتمثل بجميع المعايير المعتمدة لقبول المنتج النهائي والمتمثلة بالمشروع وكذلك مراحل وعمليات تنفيذ المشروع .

4- القيم **Ethical**

ويقصد بها قيم المنظمة التي توجه سياستها والتي تميزها عن المنظمات الأخرى.

5- البيئة **Environment**

تعتبر المحددات البيئية التي توضحها قوانين الدول من القيود الأساسية التي أخذت تحكم عمل المنظمات في معظم دول العالم.

6- المنطق **Logic**

وتتمثل بالقيود التي يتطلبها التتابع المنطقي لأنشطة المشروع والتي تفترض انتهاء نشاط معين لبدء النشاط اللاحق له.

7- التأثيرات غير المباشرة **Indirect effects**

ويقصد بها أي مؤثرات غير متوقعة قد تؤثر على استمرار المشروع أو إنهائه مثل كوارث طبيعية، تغيرات اقتصادية مفاجئة.... الخ

ثالثاً - المخرجات **Outputs**

تمثل المخرجات النواتج النهائية التي يفترض عند مطابقتها لمعايير الجودة ستحقق رضا المستهلك وتحقق أهداف المنظمة.

ومن أمثلة المخرجات:

* منتوج مادي : بناية ، ماكينة ، وما شابه ذلك .

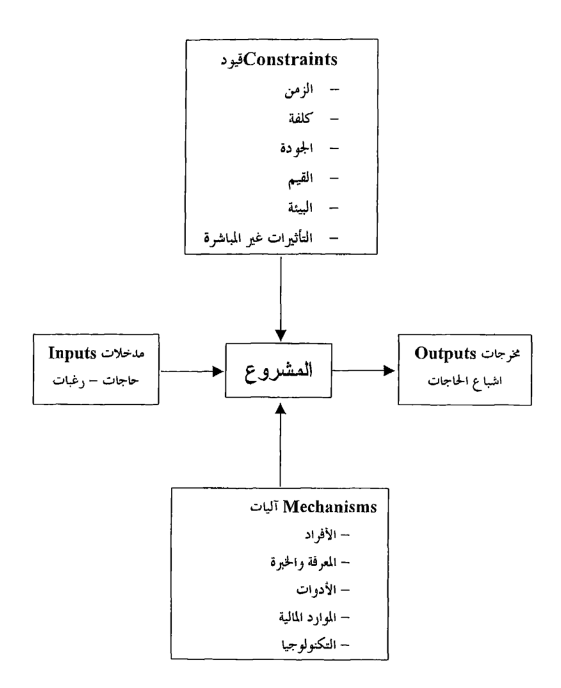
* تطوير أداء العاملين : من خلال مشروع برنامج تدريبي .
* معلومات : بحث ، تقرير ، وما شابه ذلك .

رابعاً - آليات العمل **Mechanisms**

هي الأدوات أو الآليات التي من خلالها يتم تحقيق المخرجات ومن أمثلتها ما يلي:

* الأفراد : الذين يستخدمون بشكل مباشر أو غير مباشر في أنشطة المشروع.
* المعرفة والخبرة : وتتمثل بمساهمات الخبراء والمستشارين في دعم إنجاز المشروع .
* الموارد المالية اللازمة لتسديد الالتزامات والمستحقات .
* تقنيات وأدوات تنظيم العمل .
* التكنولوجيا : والمتمثلة بالموجودات المادية التي تساهم في إنجاز مراحل المشروع المختلفة.

ويمكن توضيح نموذج المشروع **ICOM** كما في الشكل (1-1).



شكل (1-1) المشروع حسب نموذج ICOM

المصدر : (Harvey 2003, p26)

1- 2 خصائص المشروع

يتميز كل مشروع بمجموعة من الخصائص تميزه عن أنشطة المنظمة الروتينية ومن أهم هذه الخصائص ما يلي:

1- الغرض Purpose

يحدث المشروع لمرة واحدة فقط لتحقيق نتائج نهائية مخطط لها. ويكون المشروع معقدا مما يتطلب تقسيمه إلى مهام جزئية، يجب تنفيذها لتحقيق أهداف المشروع .

2- دورة الحياة Life cycle

يعتبر المشروع بمثابة كائن عضوي له دورة حياة حيث يبدأ ببطء ثم تتزايد الأنشطة فيه حتى تصل الذروة ثم تنخفض حتى تنتهي عند اكتمال المشروع.

وسيتم مناقشة دورة حياة المشروع في فقرة لاحقة.

3- الانفرادية Uniqueness

يتميز كل مشروع بخصائص فريدة تميزه عن المشاريع الأخرى ويمكن القول أنه لا يوجد مشروعان للإنشاء أو للبحث والتطوير متماثلة مع بعضها تماما، وقد يتشابه مشروعان من حيث العناصر الأساسية إلا أنهما سيواجهان درجة من المخاطرة مختلفة وأسلوب الإدارة سيعكس فلسفة المنظمة ونمط إدارة المشروع.

4- الصراع Conflict

يواجـــه مديـــر أي مشروع مجموعة مواقف تتميز بالصراع، ومن هذه المواقــف هو تنافس المشروعات مع الأقسام الوظيفية في المنظمة ذاتها على المــوارد البشــرية والمالية المتاحة . كما ينشأ الصراع نتيجة تعدد الأطراف المهــتمة بالمشــروع ففي أي مشروع توجد أطراف متعددة تهتم بإنجازه مثل (فــريق المشروع، المنظمة الأم، الموردون، الممولون، المستفيد المباشر من المشــروع..الــخ) ولكــل طرف من هذه الأطراف أهداف قد تتعارض مع أي طــرف آخر في أي مرحلة من مراحل المشروع، فمثلاً قد يطلب العميل بعض التغيــيرات إلا أن هــذه التغييرات تؤثر تأثيراً كبيراً على الكلفة ومن ثم أرباح المــنظمة وهذا الأمر يتطلب استراتيجية واضحة لإدارة المنظمة المسؤولة عن تنفيذ المشروع للموازنة بين الأطراف المهتمة بالمشروع.

5- التداخلات Interdependencies

فــي حالــة المــنظمة التي تنفذ عدة مشروعات تواجه إدارة المشروع تداخــلات مســتمرة مــع الأقســام الوظيفــية في المنظمة ومن هذه الأقسام (التســويق، التمويل، التصنيع،... الخ) وينبغي على مدير المشروع أن يمتلك صــورة واضحة عن هذه التداخلات في كل مرحلة من مراحل المشروع وبناء علاقات مناسبة مع كل قسم وظيفي منعا للصراع وحدوث الأزمات.

1-2-1 عناصر المشروع الناجح

يتميز المشروع الناجح عن غيره في ترابط مقدماته وعناصره الأساسية بشكل علمي، وبشكل عام أن بناء المشروع الناجح وتنظيمه يعتمد على أربعة عناصر أساسية وهي كمايلي:

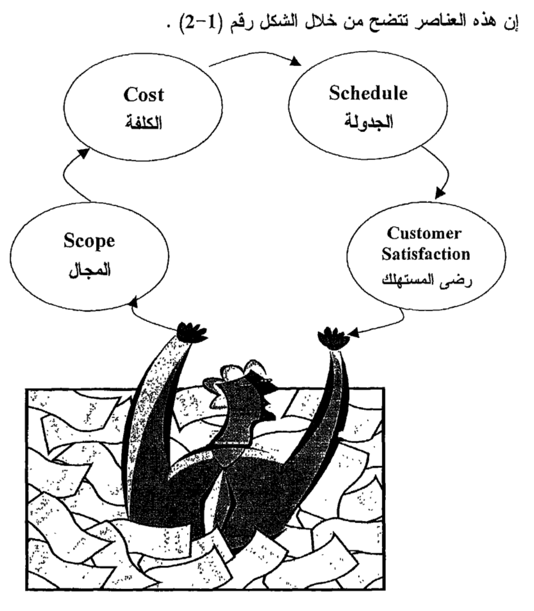
1- المجال Scope : يقصد بذلك وجود تباينات قليلة بين توقعات المستفيد النهائي للمشروع وما تم تنفيذه في كل مرحلة من مراحل المشروع.

2- الكلفة Cost : يقصد بذلك تحقق أقل ما يمكن من الانحرافات بين التكاليف المقدرة والفعلية.

3- الجدولة Schedule : ويعني ذلك السيطرة على توقيتات بداية ونهاية جميع مراحل المشروع .

4- رضا المستهلك Customer Satisfaction بحيث يتم تلبية المشروع للاحتياجات الرئيسة للمستهلك.

إن هذه العناصر تتضح من خلال الشكل رقم (1-2) .



شكل (1-2) عوامل المشروع الناجح

Factors Constraining Project Success

3-1 إدارة المشروع Project Management

يرجع تنظيم أي مهمة كمشروع إلى تركيز المسؤولية والسلطة لفرد أو مجموعـة صغيرة لضمان تحقيق الأهداف، إذ يتيح تنظيم المشروع أن يكون المديـر أكثر سرعة في الاستجابة للعميل والبيئة، فيتمكن من اتخاذ القرارات المناسـبة ، لحل المشاكل والصراعات في أسرع وقت دون أن تتفاقم وتعكس أثرا كبيرا على حساب المشروع الكلي.

وتشـير الدراسـات إلـى أن معظم المنظمات التي تستخدم صيغ علمية لإدارة المشروع قد اكتسبت خبرة في بناء علاقات افضل مع العميل، وانعكست إيجابا في الأداء من خلال مؤشرات زمنية وكلفوية ونوعية وذلك مثل :

"وقـت أقـل ، كلفة أقل ، جودة أعلى ، أرباح أعلى وتنسيق أفضل بين الأقسام مع معنويات ورضا أعلى للعاملين " .

وبالـرغم مـن أن تنظيم المشروع ككيان مستقل ترافقه بعض السلبيات والتـي مـنها ظهـور تعقيد تنظيمي، صراعات بين المشروعات على موارد المنظمة الأم، إلا أن الموازنة بين مزايا وعيوب استخدام تنظيم المشروع تميل إلـى ترجيح أهمية إدارة المشروع كأداة أساسية عند التخطيط لتحقيق أهداف معينة ضمن قيود الوقت، الكلفة، الجودة وغيرها .

وتعرف إدارة المشروع بأنها :

الوظـيفة الإداريـة التـي تتضمن مسؤولية تحديد [الأهداف، التنظيم، التخطـيط، الجدولة، الميزانيات التقديرية، التوجيه والرقابة] لتحقيق المعايير الفنية والزمنية والمالية للمشروع .

إن نجاح إدارة المشروع في أداء مهامها سيعطي المبررات اللازمة لاستخدام تنظيم المشروع والتي يمكن إجمالها بما يلي (إدارة المشروعات ، Jack M. 1999) :

1- التأكد من أن النواتج النهائية للمشروع محددة بشكل واضح ومفهومة من قبل جميع الأطراف المهمة بالمشروع.

2- تحقيق التناغم والتنسيق بين أهداف المشروع وأهداف وستراتيجية المنظمة.

3- تحديد المسؤوليات في كل مرحلة من مراحل المشروع بشكل واضح ومفهوم.

4- تصميم وتنفيذ أساليب فعالة في الجدولة والرقابة أثناء تنفيذ المشروع.

5- الحصول على الدعم المناسب من المنظمة الأم لتنفيذ المشروع وذلك من خلال استخدام قنوات الاتصال المناسبة.

1-3-1 التطور التاريخي لإدارة المشروع:

نظريا يمكن القول أن علم وفن إدارة المشروع قد برز الى الواقع منذ ظهور الحضارات البشرية الأولى كالحضارة المصرية، البابلية، الرومانية، الفارسية، الصينية، ... الخ .

وما يميز إدارة المشروع في هذه الحضارات أنها أنجزت مشاريع ضخمة كالأهرامات، سور الصين، حدائق بابل، .... الخ. إلا أنها أنجزت هذه المشاريع

دون قيود واضحة في الموارد والوقت، كما أنها لم توفر لنا الوثائق التي تمكننا من فهم كيفية عمل إدارة المشروع.

وبشكل عام يمكن تمييز المراحل التالية التي تعبر عن أهم المراحل التي شهدت تطور إدارة المشروع (Harvey- 2003) :

1- قبل عام **1950**: تتميز هذه المرحلة بعدم وجود بناء معرفي يميز ممارسات إدارة المشروع، لذلك يصعب تمييز أساليب إدارية أو فنية، استخدمت في إنجاز المشاريع في تلك الفترة كما يمكن القول أن المشاريع لم تتأثر بقيود واضحة ومحددة في اطار (الزمن، الكلفة، الجودة).

2- مرحلة الخمسينات وقبل التسعينات : من أبرز ملامح هذه المرحلة استخدام الأساليب الكمية في إدارة المشروع وخاصة في المشاريع الكبيرة ومن هذه الأساليب (أسلوب المسار الحرج **CPM**) وأسلوب بيرت (**PERT**)، والتي سيتم توضيحها في فصول لاحقة.

3- مرحلة التسعينات ولحد الآن ، الاهتمام بالأبعاد الاستراتيجية للمشروع واستخدام مدخل الإدارة الموقفية الذي يركز على خصوصية كل مشروع وما يتطلبه من مهارات إدارية تتناسب مع طبيعة المشروع والبيئة المحيطة به، كما تتميز هذه المرحلة باستخدام تقنيات تكنولوجيا المعلومات وإدارة المعرفة في دعم مدير المشروع من خلال استخدام البرامجيات الخاصة، بجدولة المشروع والرقابة عليه مثل إدارة المشاريع باستخدام **Microsoft Project 2000** كما تتميز هذه المرحلة بظهور جمعيات ومعاهد متخصصة في إدارة المشروع ومن أبرزها:

- معهـــــــــد إدارة المشـــــــــروع فــــــــي أمــــــــريكا

Project Management Institute in the USA .

- جمعـــــية إدارة المشـــــروع فـــــي المملكـــــة المـــــتحدة

Association for project management (UK) .

إضـــافة إلـــى ذلك تتميز هذه المرحلة باستخدام شبكة الإنترنت في نشر ثقافـــة إدارة المشروع وظهور منظمات متخصصة في تدريب إدارة المشروع ومن ابرز هذه المواقع التي تقدم بنـاء معرفي ودورات تدريبية في بناء مهارات مدير المشروع ما يلي :

www. Prince2.com
www. Pmi.org
www. Apm.org.uk

ومـــن ممـــيزات هــذه المرحلة ظهور المجلات والدوريات التي تواكب التطورات الفكرية والمهنية لإدارة المشروع ومن أبرزها:

- Project Management Journal وهي المجلة يصدرها المعهد الأمريكي لإدارة المشروع أربع مرات سنويا.

- Project مجلة شهرية تصدرها جمعية إدارة المشروع البريطانية .

- PM Net Work مجلـــة شـــهرية يصـــدرها معهد إدارة المشروع الأمريكي.

1-3-2 إدارة المشروعات في عصر المعلومات :

تاريخيا استخدمت إدارة المشروعات في الإنشاءات والمهن الهندسية حيث يتطلب الأمر التخطيط والتحكم في أعمال البناء الكبيرة والمعقدة[1]، وعلى مدى العقدين الماضيين أصبحت إدارة المشروعات تتعامل مع الأشياء غير الملموسة أكثر من تعاملها مع الأشياء الملموسة حيث تشير الإحصائيات إلى أن نحو ثلاثة أرباع اليد العاملة الأمريكية تعمل في قطاع الخدمات والتي ترتكز أنشطتها على التعامل مع المعلومات. وفي هذا الإطار فإن مشاريع عصر المعلومات تتمثل بتطوير الحاسوب، الأبحاث، التحليل المالي، أنظمة المعلومات، والتي ترتكز في معظمها على التعامل مع عالم اللاملموسات مقارنة مع عالم الإنشاءات والبناء، وفي هذه الحالة فإن الكثير من أدوات إدارة المشروعات المرتبطة بالأشياء المادية تكون ذات فائدة قليلة لذلك ابتكر العاملون في إدارة المشاريع طرق غير تقليدية تتناسب مع الطبيعة الخاصة بها[2].

إن مشروعات عصر المعلومات تتعامل غالبا مع أشياء غير ملموسة بينما تتعامل المشروعات التقليدية في البناء والهندسة مع أشياء يمكن لمسها

---

1) اتجه بعض المفكرين والمهتمين بالعلوم الإدارية إلى اعتبار أن نقطة البداية في الاهتمام بالمشاريع الإنشائية يعود إلى تسلسل الحاجات الإنسانية (وفق نظرية ماسلو للحاجات) حيث أن أول ما يفكر به الإنسان هو البحث عن سقف يأويه مع عائلته . سوف يرد لاحقا شرح واف لهذه الفكرة.

2) يذهب البعض من المتخصصين فى علم تكنولوجيا المعلومات الى تسمية العصر الحالي بأنه عصر المعلومات ويأتي ضمن التسلسل التالي للعصور : عصر الزراعة ← عصر الصناعة ← عصر المعلومات ، لمزيد من التفاصيل راجع : قنديلجي ، عامر وآخرون "تكنولوجيا المعلومات" دار الورّاق للنشر – عمان 2002 .

ورؤيتها، فمثلا في مشروع دراسة السوق يتعامل فريق المشروع مع عناصر مجردة غير ملموسة مثل(أفضليات المستهلكين، الأسعار المفترضة للمنتوج، المنافسين المحتملين، منتجات منافسة، الخ) وكما يقول(ديفيد ستر فريم 2003) إن الإمساك بهذه العناصر كمحاولة الإمساك بحبات الرمال لذلك تتطلب إدارة مشروعات عصر المعلومات درجة عالية من الابتكار والابداع تتناسب مع طبيعتها غير التقليدية، وأن نجاح هذه المشاريع تعتمد الى حد كبير على الأفراد المبدعين الذين يقدمون حلولاً مبتكرة أكثر سرعة وأقل جهداً لمشاكل المنظمة .

4-1 دورة حياة المشروع Project life- cycle

رغم اختلاف المشاريع من حيث طبيعة أنشطتها والمخاطر والمصاعب التي تواجهها إلا أنها تشترك في كونها تمر بمراحل (Phases) مشتركة من لحظة ظهور فكرة المشروع وحتى نقطة الانتهاء وتسليم المشروع، وينبغي التنبيه إلى أن هذه المراحل لا ترتبط بالأنشطة التي تسبق نقطة قبول فكرة المشروع وتخصيص الموارد له، وتتجسد هذه الأنشطة بدراسات الجدوى (Feasibility studies) والتي تسبق ولادة المشروع والتي تركز على إثبات أو نفي جدوى المشروع وغالبا ما تكون دراسات الجدوى بأشكالها المختلفة (السوق ، المالية، البيئة ، الفنية) مشروع بحد ذاته له بداية ونهاية زمنية محددة، فإذا بدأت فكرة المشروع ستبدأ بعدها مراحل حياة المشروع، والتي يختلف الباحثون في عددها بالرغم من إنها تماثل دورة حياة المنتوج والمتمثلة بظهور المنتوج ثم نمو مبيعاته وبعدها مرحلة الاستقرار ثم مرحلة التدهور.

وفي إطار هذا الموضوع يتجه معظم الباحثين والمهتمين بمشاكل إدارة المشاريع إلى اعتماد نموذج يطلق عليه رمز

(4D) (Harvey 2003 p28) بموجــب هذا النموذج يمر المشروع بالمراحل التالية:

1- مرحلة تعريف المشروع Define it

2- مرحلة تصميم المشروع Design it

3- مرحلة تنفيذ المشروع Do it

4- مرحلة تطوير المشروع Develop it

وباســتخدام الحــرف الأول لكــل مرحلة باللغة الإنكليزية تظهر تسمية النمــوذج (4D) ، ويمكن توضيح مضمون كل مرحلة كالآتي:

1- تعريف المشروع Define the project:

تهتم هذه المرحلة بتحديد وتعريف أهداف المشروع بشكل واضح وعلاقة هذه الأهداف بأهداف المنظمة واستراتيجيتها، ويتلخص مضمون هذه المرحلة بقدرتها في الإجابة على السؤالين التاليين:

* ماذا سنفعل أي ما هي طبيعة المشروع ?What is to be done

* لماذا سينفذ المشروع ?Why is it be done

2- تصميم عمليات المشروع Design the Project process

تركز هذه المرحلة على :

- إعـداد التصاميم والنماذج المناسبة لترجمة احتياجات العميل والتي تتناسب مع أهداف المنظمة.

- تقدير وتحليل الموارد اللازمة لتنفيذ خطط المشروع.

- معالجة أي صراعات أو خلافات بين احتياجات العميل من جهة وأهداف المنظمة والموارد المتاحة من جهة أخرى.

وتتركز معالم هذه المرحلة بالإجابة على الأسئلة التالية:

* كيف ستنجز المشروع **How will it be done?**

* من سيشترك في كل مرحلة من مراحل تنفيذ المشروع **Who will be involved in each part?**

* تحديد بداية ونهاية كل مرحلة من مراحل المشروع **When can it start and finish.**

3- تنفيذ المشروع **Deliver the project (do it)**

تتمثل هذه المرحلة بالإجراءات اليومية التي تتخذ لإنجاز المشروع في مجال:

- قيادة المشروع نحو الأهداف المرسومة له.
- الاتصال بالعاملين وتحفيزهم.
- الرقابة على العاملين ومتابعة عمليات التنفيذ.
- اتخاذ القرارات اللازمة لحل المشاكل وتسوية الصراعات.

ويمكن تلخيص هذه المرحلة بالإجابة على السؤال التالي:

* كيف سيتم إدارة المشروع على أساس يوم بعد يوم ؟
How should the project be managed on a day_ to_ day basis?

4- تطوير العمليات Develop the process

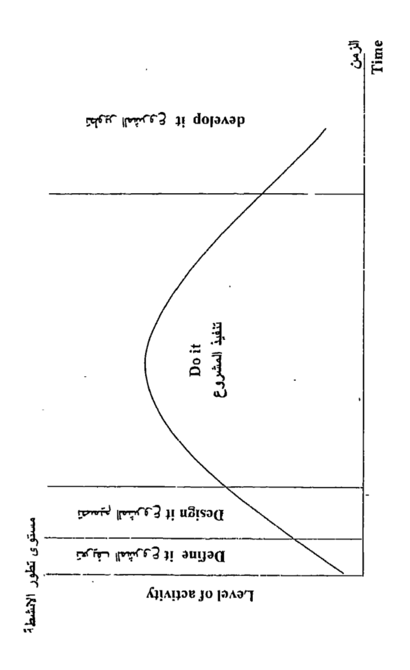
تركــز هذه المرحلة على تقييم عمليات تنفيذ المشروع والنواتج النهائية للمشـــروع، وتحديد النقاط التي يمكن الاستفادة منها لعمليات التغيير والتطوير في المستقبل، لاي مشاريع مماثلة.

وتمثل هذه المرحلة بالإجابة على السؤال الآتي:

* كيف يمكن أن نحصل على تطوير مستمر لعمليات تنفيذ المشروع؟

How can the process be continually improved?

وعند دراسة وتحليل دورة حياة المشروع ينبغي على مدير المشروع أن يـــدرك تطـــور مســتويات أنشــطة المشروع في كل مرحلة من مراحل حياة المشروع وكما موضحة في الشكل (1-3) حيث يتضح من الشكل المذكور أن المشروع يبدأ بمستوى منخفض من الأنشطة وخصوصاً في مرحلتي التعريف والتصـميم إلا أنهـا تــتزايد بشكل ملحوظ في مرحلة التنفيذ التي تأخذ الجزء الأكــبر مـــن أنشــطة المشروع ثم يبدأ بالتناقص تدريجيا حتى تنخفض بشكل ملحوظ في مرحلة تطوير المشروع .



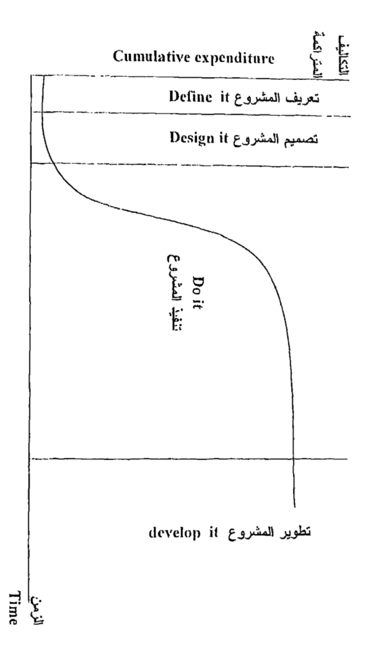
الشكل (1-3) تطور أنشطة المشروع حسب مراحل حياة المشروع

المصدر : (Harvey 2003,p39)

كمـــا ينبغـــي علـــى مديـــر المشروع أن يمتلك التصور الواضح لتطور تكالـــيف المشـــروع وكيفية تراكمها في كل مرحلة من مراحل حياة المشروع وكمـــا هو واضح في الشكل (1-4) حيث نلاحظ أن مستوى التكاليف منخفضا فـــي مرحلتـــي التعريف والتصميم ثم تتزايد بشكل متسارع مع مرحلة التنفيذ التـــي تأخذ الجزء الأكبر من تكاليف المشروع ، إلا أنه ينبغي الاهتمام بمرحلة تطويـــر المشـــروع واعتـــبارها مـــن تكالـــيف المشروع حيث تعتبر مرحلة الـــتطوير نقطـــة تعلم فريق المشروع من دروس المشروع الحالي من حيث الإيجابيات والسلبيات للاستفادة منها في مشاريع المستقبل .

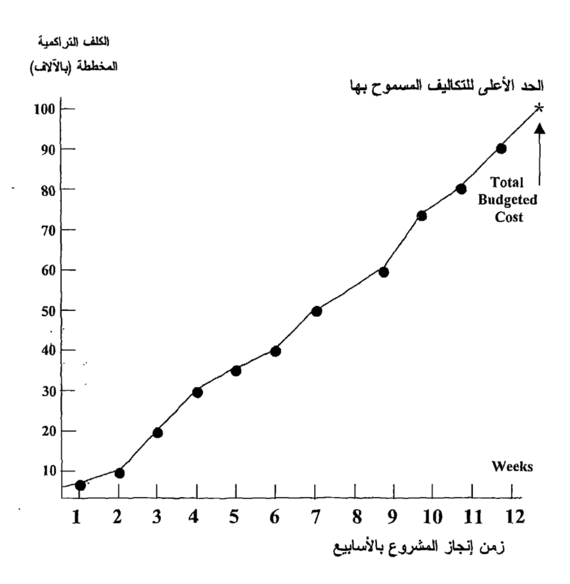
وبشـــكل عـــام ينبغـــي أن يكـــون لـــدى إدارة المشروع حدود قياس كلفويـــة واضحـــة تعتمد للمقارنـــة والمـــوازنة والتحليـــل وتعـــرف باســـم(Cost Budgeted) التكالـــيف المخططـــة كما هو واضح من الشكل رقم (1-5) حيث يتضح أن علامة النجمة(*) تعني آخر ما يمكن أن تصل إليه التكالـــيف الكلـــية لموازنة للمشروع. وتكون هذه التكاليف موضوعة من قبل جهـــات متخصصـــة وكذلـــك الحال في عملية التحليل والمقارنة مع ما سوف يتحقق من كلف فعليه (Cost Actual)كما هو واضح في الشكل رقم(1-6) الـــذي يلاحـــظ منه أن هنالك فروقات قد ظهرت بين ما هو محدد في موازنات الكلـــف من أرقام وما هو واقع فعلا من كلف والتي كانت أعلى من الأولى في نهاية الأسبوع الثامن بمقدار 4000 دولار،كمثال في تحديد الفروقات .

ويذهب المتخصصون في العلوم الإدارية وبالتحديد في مجال إدارة المشاريع إلى رأي مهم في هكذا نوع من الحالات، وهي أن هنالك قيم مكتسبة تظهر خلال عملية تنفيذ المشاريع وتراكم الكلف، يتم حسابها بالاعتماد على ما هو متوفر من أرقام لكافة انشطة المشروع التي يتم تنفيذها خلال السقف الزمني المحدد لذلك ، ويكون هذا المنحنى معبراً عن مقدار القيمة التراكمية المكتسبة لقاء تحقق الكلف التي ترتبت على إنجاز عمليات وانشطة المشروع كما هو واضح في الشكل رقم (1-7).

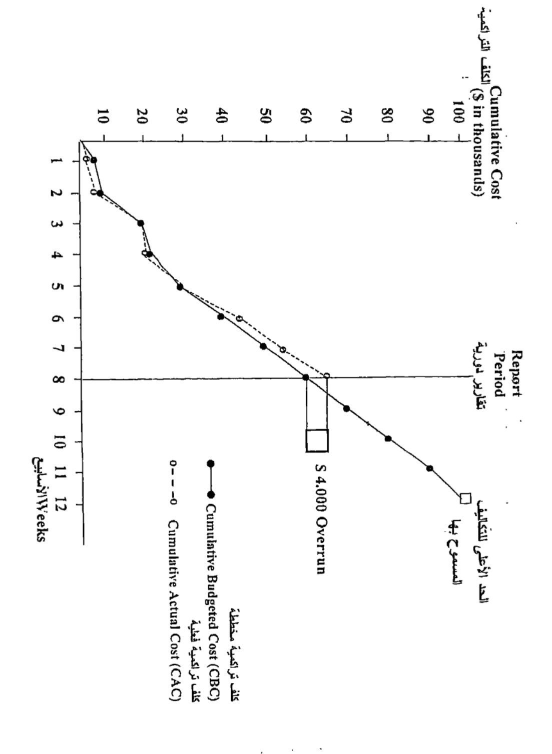


الشكل (1-4) تراكم التكاليف حسب مراحل حياة المشروع

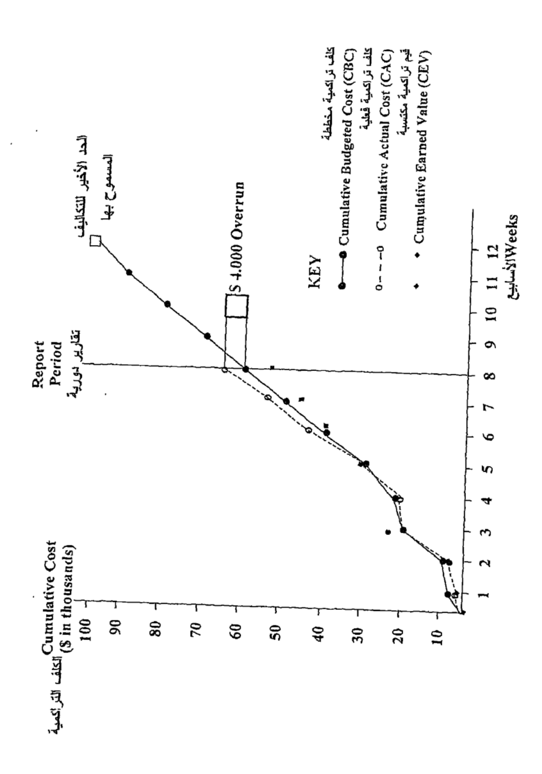
المصدر : (Harvey 2003,p29)



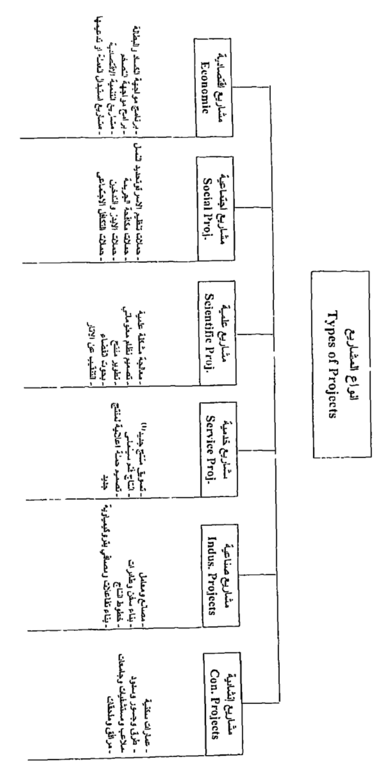
شكل (1- 5) منحنى الكلف التراكمية وأعلى نقطة لها (*)
Cumulative Budgeted Cost



شكل (1-6) مقارنة الكلف التراكمية المخططة مع الكلف التراكمية الفعلية



شكل (1-7) مقارنة الكلف التراكمية (المخططة) مع بيان القيم المكتسبة



(1) في الفصل الرابع من كتابنا هذا يمكن للقارئ الكريم أن يطلع على احدى دراسات الجدوى المستمدة من الواقع العملي والمتعلقة بطرح منتج جديد باعتباره مشروع خدمي إنتاجي تم إعتماده من قبل احدى معامل الالبسة الجاهزة في العراق وهو معمل الالبسة الرجالية في النجف .

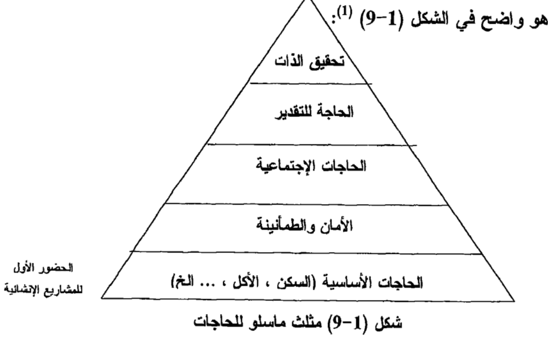
شكل (1-8) أنواع المشاريع

5-1 أنواع المشاريع Types of Projects .

يعــرض المتخصصــين في العلوم الإدارية تقسيمات مختلفة للمشاريع في الواقع العملي وذلك بالإستناد إلى طبيعة القطاع أو طبيعة الهدف الذي يؤسس من اجله المشروع، بشكل عام يتفق الجميع على وجود التقسيمات أو الأنواع التالية من المشاريع كما هو واضح في الشكل رقم (1-8) ، وفيما يلي توضيح لكل واحدة من هذه الأنواع :

أولا: المشاريع الإنشائية Construction projects

وهي المشاريع الأكثر شيوعا في الواقع العملي، ويذهب البعض إلى ربطها بالحاجات الأساسية للفرد من خلال ما هو وارد في مثلث ماسلو للحاجات كما هو واضح في الشكل (1-9) [1]:



شكل (1-9) مثلث ماسلو للحاجات

[1] لمزيد من التفاصيل يمكن مراجعة:

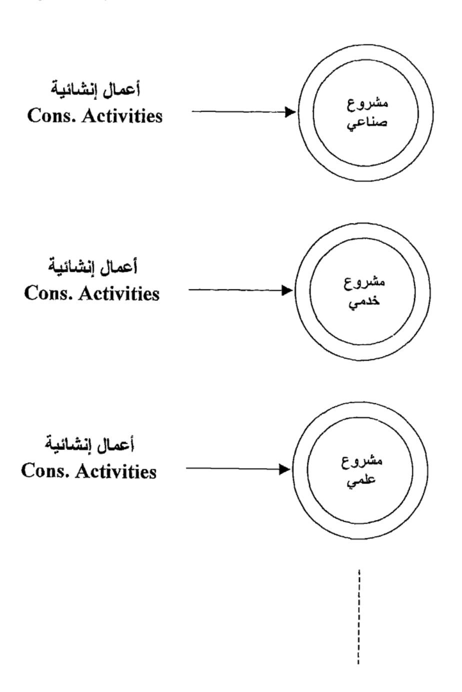
Radzikowski w. Metoda prohektowania Investycji
PWE, W-wa, 1985, P.212.

* كذلك لنفس الغرض يمكن مراجعة :
الشماع ، خليل محمد حسن وحمود ، خضير كاظم "النظرية المنظمة" دار المسيرة للنشر والتوزيع – الأردن – عمان 2000 ، ص 135 .

حيـث أن الفـرد يبحث عادة عن سقف يأويه من برد الشتاء وحر الصيف ويحفـظ مالـه وعائلـته، ومن هنا بدأ الحضور الأول للمشاريع الإنشانية في الواقع العملي . وبشكل عام يرد تحت عنوان المشاريع الإنشائية ما يلي:

1. بناء العمارات السكنية والأبنية الملحقة بها الخاصة بإدارة الأعمال وتقديم الخدمات وما شابه ذلك.
2. بناء الطرق والجسور والسدود الخاصة بالزراعة والطاقة الكهربائية .
3. بناء الملاعب والمشافي والجامعات والمدارس.
4. بـنـاء القواعـد والمرتكزات الأساسية لكافة المشاريع الأخرى سواء كانت صـناعية أو خدمـية أو علمـية... الخ كما هو واضح في الأشكال التالية الواردة في الشكل رقم (1-10)[1]:

[1] يطلق عليه البعض اسم (البنية التحتية للمشروع) ويربط مدى نجاح المشروع بكفاءة وفاعلية البنية التحتية ومدى توافقها مع تخصصات المشروع.



شكل (1-10) موقع الأعمال والمشاريع الإنشائية بالنسبة للمشاريع المختلفة

ويذهب البعض من المهتمين بهذا النوع من المشاريع إلى اعتبارها القاسم المشترك الأعظم لكافة أنواع المشاريع الأخرى، بحيث لا يمكن تصوير قيام أي مشروع دون الارتكاز على المشروع الانشائي ، ولنا عودة إلى هذا النوع من المشاريع في الفصول القادمة.

ثانيا: المشاريع الصناعية Industrial projects

ويقصد بذلك المشاريع ذات الطابع الهندسي والتكنولوجي والتي تهدف إلى إقامة المصانع والخطوط الإنتاجية وبناء أحواض السفن وبناء الطائرات وغير ذلك.

ثالثا: المشاريع الخدمية Service Project

وهي المشاريع التي يتمخض عنها مخرجات ملموسة أو غير ملموسة تقدم في أطر وصيغ مختلفة كما هو الحال في مشروع تسويق منتج جديد أو مشروع إنتاج فلم سينمائي روائي أو تصميم حملة إعلانية تمهيدا لتسويق منتج جديد ، في الفصول اللاحقة سوف يتم عرض تطبيقات فعلية لمشاريع إنتاجية تم إنجازها في منشآت معينة .

رابعا: مشاريع علمية Scientific projects

ويقصد بذلك كافة المشاريع البحثية ذات الطابع العلمي، وذلك على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:

1. معالجة مشكلة كساد أو حالة تدهور معينة في الإنتاج أو في الاقتصاد...الخ.

2. تصميم نظام معلوماتي أو بناء برامج حاسوب .
3. تطوير منتج معين (دواء، جيل جديد من الحواسيب.... الخ) .
4. بحوث الفضاء واكتشاف البحار .
5. التنقيب عن الآثار والحضارات القديمة .

خامسا: المشاريع الاجتماعية Social projects

إن المشـــاريع الاجتماعـــية ترتـــبط بتوجهات الدولة نحو خلق تنمية اجتماعـــية لمواكبة التطورات المختلفة في مجالات الحياة، ومن هذه المشاريع هي:

1. المشاريع التي تنظم في هيئة حملات تثقيفية لتنظيم الأسرة وتحديد النسل.
2. حملات مكافحة الجريمة والفساد الاجتماعي.
3. الحملات الصحية ضد الإيدز والتدخين.
4. حملات تدعيم التكافل الاجتماعي.

سادسا: المشاريع الاقتصادية Economic projects

ويقصـــد بذلك المشاريع على مستوى اقتصاد البلد بشكل عام من أجل خلق صيغ للتنمية الاقتصادية ومن هذه المشاريع هي:

1. برامج مواجهة الكساد والبطالة.
2. برامج مواجهة التضخم وغلاء المعيشة.
3. مشاريع التحول نحو الخصخصة أو العولمة.
4. مشاريع استبدال العملة أو تدعيمها.

إن هكـــذا نــوع مــن المشــاريع لا بــد وأن يــتم التهيؤ لها واعداد المستلزمات الضرورية التي تؤدي إلى إنجاح المشروع. ويتم ذلك من خلال ما يعرف بتخطيط المشروع Project Planning ، وهذا ما سوف نتعرف عليه في الفصل القادم .

أسئلة الفصل الأول

س1 . مـــا هـــو مفهـــوم المشروع، ثم بين المعايير التي تميز المشروع عن أنشطة المنظمة الروتينية ؟

س2 . ما المقصود بالمفاهيم التالية ؟

- برنامج **program**
- مهمة **Task**
- حزم عمل **Work package**
- وحدات عمل **Work unit**

س3 . مـــا هـــي عناصـــر نموذج **(ICOM)** ، ثم وضح بالرسم العلاقة بين عناصر النموذج ؟

س4 . أذكر أهم خصائص المشروع ؟

س5 . وضـــح مفهوم إدارة المشروعات ، ثم بين أهم مبررات استخدام تنظيم المشروع في تحقيق أهداف المنظمة ؟

س6 . ما هي ابرز المحطات التاريخية لتطور إدارة المشروعات ؟

س7 . وضح مراحل حياة المشروع حسب نموذج **(4D)** ؟

س8 . بين بالرسم تطور أنشطة المشروع حسب مراحل حياة المشروع ؟

س9 . وضـــح بالرســـم كيفـــية تطـــور تكالـــيف المشروع حسب دورة حياة المشروع؟

س10 . تكلم عن أنواع المشاريع موضحا أهمية المشاريع الإنشائية من بينـها؟

الفصـــــل الثـانـي

تخطيط المشروع

Project Planning

1-2 مفهوم تخطيط المشروع

تجمـــع معظم أدبيات إدارة المشروعات على أهمية الوقت والجهد الذي ينبغي أن يسخر لوظيفة التخطيط وذلك لدور وأهمية تخطيط المشروع في دعم إدارة المشروع في التنبؤ بكيفية سير المشروع أثناء مراحل تنفيذه ، وما هي أهـــم المشـــاكل والمخاطر التي من المحتمل مواجهتها ومن ثم ما هي وسائل معالجتها.

أن أي مشـــروع سيواجه العديد من المتغيرات في الواقع العملي التي لا يمكـــن السيطرة عليها مثال ذلك : (أن يكون العاملون دون المستوى المطلوب من المهارة، المورد لا يوفر المواد بالتوقيت أو الجودة المطلوبة)، وهنا يأتي دور التخطيط من خلال رسم الاستجابات المطلوبة لحل كل مشكلة قبل وقوعها وهـــذا يرتبط بقدرة مخطط المشروعات على التنبؤ بالمشاكل والمصاعب التي سيواجهها المشروع في مرحلة التنفيذ ، أي أن تخطيط المشروع هو أداة لبناء تصـــور مسبق عن مراحل تنفيذ المشروع والمخاطر المتوقعة التي سيواجهها والاستجابات اللازمة للمعالجة .

وفي اطار فهم تخطيط المشروع سنحاول تحليل وفهم العناصر التالية :

1 - بيئة المشروع .

2 - خطة المشروع .

3 - أدوات التخطيط والرقابة .

4 - الوثيقة المرجعية للمشروع .

5 - مزايا تخطيط المشروع .

2-2 بيئة المشروع :

يعتــبر ادراك بيئة المشروع من المهام الأساسية لمدير المشروع وكذلك فــريق المشــروع وذلك لتكوين الصورة الكلية للمشروع واثر بيئة المشروع الداخلــية والخارجــية في رسم خطط المشروع وكذلك إجراءات تنفيذها. ومن الــنماذج التي تساعد في أدراك بيئة المشروع نموذج (7-S) الذي تم تطويره مــن قبل المستشارين في الإدارة (Mckinsey and Co) والذي تم عرضه من قبل **(Harvey Mylor)** في كتابه **(Project Management 2003)**. ويمكن عرض مكونات النموذج كالآتي:

1- Strategy الاســتراتيجية : وتمــثل المتطلــبات العليا للمشروع ، ويمكن التعامل معها كنقاط مبدئية مرجعية في إدارة المشروع اكثر من كونها أنشــطة اجرائية وتشكل الاستراتيجية الفاعلة ، نقطة النجاح الأولى للمشروع والتــي ســتوجه قرارات إدارة المشروع في جميع مراحل وانشطة المشروع حيث توضح الاستراتيجية العوامل الحرجة في كل مشروع والتي يجب التركيز عليها في إدارة المشروع لضمان نجاح المشروع .

2- Structure التنظــيم : وتعني كيفية تنظيم الموارد البشرية حسب قواعد خطوط السلطة ويشكل نمط التنظيم إحدى التحديات الأساسية لأي مدير مشروع، وسيتم مناقشة أنماط تنظيم المشروع في الفصل الثالث .

3- Systems الانظمــة:ويركز هذا البعد على كيفية أداء الأعمال من خلال أنظمــة العمل الرسمية وغير الرسمية،وبضمنها أنظمة الاتصال ونظام ضبط الجودة .

للمـــــزيد من التفاصيل عن عناصر الاستراتيجية واثرها في إدارة المشروع يمكن الرجوع إلى: . (Harvey 2003,pp50-75)

وتحـــاول أنظمة العمل الرسمية أن تحدد بشكل واضح وبسيط إجراءات التنفيذ والشروط الواجب مراعاتها عند تنفيذ أي إجراء .

أمـــا أنظمـــة العمـــل غير الرسمية فتتمثل بأنظمة انتقال المعلومات بين العامليـــن ضمن مجموعات العمل التي تتشكل في ضوء أنشطة المشروع. أن أهم جزء في أي نظام عمل تتمثل بالعمليات التي يؤديها النظام لتحقيق الهدف أو الأهـــداف المرســـومة له مثال ذلك: عمليات انتقال المواد في المشروع في اطـــار نظـــام إدارة المـــواد، عمليات تنفيذ الإجراءات المالية في اطار النظام المالي.. الخ.

4- Staff العامليـــن : ويتمثل هذا البعد في تحديد حجم ونوع العاملين الذيـــن ســـيتم اختيارهم للمشروع، كيف سيتم اختيارهم، كيف سيتم ادماجهم وجعلهم يعملون كفريق عمل لكي يحققوا اكبر تأثير في نجاح المشروع .

5- Skills المهارات : ما هي الأدوات الإدارية والفنية التي ينبغي على العاملين أن يمتلكوا القدرة والخبرة على استخدامها لانجاز المشروع، وما هي المهارات الإدارية والقيادية التي ينبغي لادارة المشروع أن تمتلكها لكي تنجح في تنفيذ المشروع .

6- Style/Culture : يمثل هذا الجزء (البعد غير المادي) في إدارة المشروع ، وهذا البعد لا يمكن إدارته بنفس البساطة والوضوح مقارنة بالابعاد الماديـــة للمشروع (مثل الموارد المالية ، المكائن ، المواد .. الخ) . ويركز هذا البعد على آليات تكوين فريق العمل ، اختيار قادة الفرق ، مراعاة الجوانب النفسية في شخصيات العاملين من حيث اتجاهات العاملين من ناحية الانبساط والانطـــواء كمـــا يهـــتم هـــذا البعد باثر الاختلاف في ثقافة العاملين من حيث

(القـيم ، العادات ، التقاليد .. الخ) على إدارة المشروع وخاصة في المشاريع الكبيرة التي تنفذ من قبل منظمات متعددة الجنسيات[1] .

7- Stakeholders المهتمون بالمشروع : يهتم هذا البعد بالأطراف الداخلية والخارجية التي تؤثر وتتأثر بالمشروع في جميع مراحل تنفيذه ، من هـذه الأطـراف (الممولون ، المالك أو مالكوا المشروع ، الموردون ، إدارة المـنظمة الأم، .. الـخ) لذلـك ينبغي على مدير المشروع أن يعطي الاهتمام المناسب والمتوازن ودرجة تأثير كل طرف من هذه الأطراف عند صياغة خطط المشروع وعند اتخاذ القرارات التنفيذية خلال مراحل تنفيذ المشروع .

إضـافة إلى نموذج (7-S) ينبغي على مدير المشروع (الذي يعمل في ظل قيود العولمة وفي بيئة مفتوحة تربطها شبكة الإنترنت والاتصالات الدولية وما يعرف بالتجارة الإلكترونية (E-Commerce) أن يدرك النقاط التالية :

أولا : أن المشاريع تعمل في بيئة معقدة يمكن تلخيص معالمها بـ(4CS) كما هو واضح في الشكل (2-1) وهي كالآتي :

أ- complexity التعقيد (تعقيد تنظيمي ، تعقيد فني ، تعقيد موارد) .

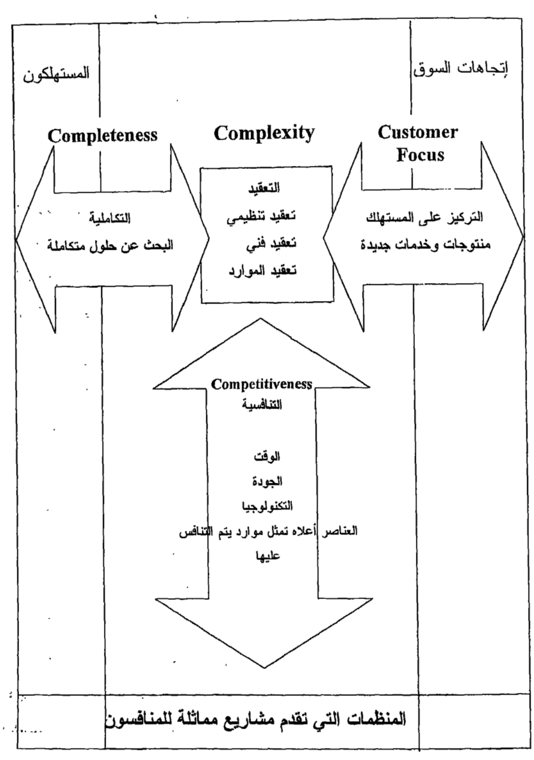
ب- completeness التكامليـة: البحث عن الحلول المتكاملة بدلا من الحلول الجزئية .

ج- competitiveness التنافسـية فـي مجـال الجـودة ، الوقت ، التكنولوجيا) .

د- customer Focus التركـيز على المستهلك لتلبية توقعاته الحالية والمستقبلية.

---

[1] للمزيد حول هذا البعد يمكن الرجوع الى: (2003، ديفيد سن فريم).



شكل (2-1) البيئة الخارجية للمشروع حسب نموذج 4Cs

ثانيا : إن المشاريع تعمل في بيئة متغيرة يمكن تلخيص آثارها على إدارة المشاريع كالآتي :

1- اصبح الزمن المصدر الأساسي لخلق الميزة التنافسية ، في كل أنواع المشاريع من تطوير المنتوج وحتى إنشاء الطرق والبنايات .

2- إدارة الموارد البشرية تحركت من التعامل مع العاملين كأفراد عاديين وأجزاء يعملون في ماكينة كبيرة هي المشروع إلى التعامل مع العاملين كشخصيات وكل شخصية تشكل مصدرا للابتكار والابداع . إذ أن المشاكل التي تواجه المشروع تتسم بالتعقيد والتنوع وهذا يتطلب درجة عالية من الإبداع والابتكار .

3- أن معدلات التغير في التكنولوجيا وأساليب العمل متزايدة ومستمرة، كما أن سرعة حدوثها متزايدة .

4- اصبح تركيز المنظمات على المستهلك ومحاولة تعريف وتحديد توقعاته ومواكبة هذه التوقعات وعدم التوقف عند حد معين من متطلبات المستهلك .

5- تزايد الاتجاه إلى تحقيق التكامل والانفتاح بين المستهلكين والموردين. واصبحت المعلومات التي تمتلكها المنظمات متاحة لهم كأعضاء في المنظمة وليس خصوما لها.

6- الاهتمام بانظمة العمل اليابانية في الإدارة وخاصة تجارب شركة تويوتا في أنظمة الخزين (مثل التخزين بحدود الدفعة المطلوبة للانتاج وفي وقت استحقاقها) مما يقلل من الخزين إلى أدنى مستوى ممكن كما هوالحال في نظام(**Just in Time**)إضافة إلى نظام التلف الصفري (**Zero Defect**) .

7- تنامـــي قطـــاع الخدمات والذي اصبح في السنوات الأخيرة المحرك الرئيســـي لاقتصاديات أوربا وأمريكا بدلا من قطاع التصنيع، وكذلك في العديد من دول العالم الثالث .

2 -3 خطة المشروع :

تمـــثل خطـــة المشروع خريطة طريق ترشد فريق المشروع إلى كيفية الوصـــول مـــن الـــنقطة (أ) إلى النقطة (ب)، وتمثل نقطة انطلاق المشروع. ولأهمـــية الخطة فإن اعدادها يتطلب جهدا ووقتا كبيرا من إدارة المشروع وقد تشـــترك جمـــيع الأطراف المهتمة في المشروع (Stakeholders) في اعداد الخطة لضمان فهمها وتقليل فرص حدوث الصراعات بينها في مرحلة التنفيذ .

في اطار المشروع تأخذ الخطط ثلاثة أبعاد ، حيث تركز هذه الابعاد على ما يلي :

- الوقت اللازم للإنجاز.
- الموارد المالية.
- الموارد البشرية والمادية.

تهدف خطة المشروع بأبعادها الثلاث إلى تحقيق السيطرة على المشروع وذلـــك بمقارنـــة ما سيحدث فعلا في المشروع مع المعايير المثبتة في الخطة. ومـــن خـــلال الـــتغذية الراجعة تسعى إدارة المشروع إلى ابقاء المشروع في مســـاره المخططلـــه . ولتمكين إدارة المشروع من استخدام الخطة في التحكم بالمشـــروع ينبغي أن تحدد معايير واضحة ومحددة لدرجة الاختلافات المقبولة بيـــن المخطـــط والمـــتحقق. ودرجـــة القبول ترتبط بطبيعة المشروع ودرجة المخاطـــرة المرتـــبطة به فمثلا في مشاريع إنتاج أدوية جديدة لمكافحة بعض

الأمراض الخطيرة كالسرطان ، الأيدز ، ترتفع درجة الاختلافات وقد تصل إلى 20% لأن المشروع يتعامل مع درجة عالية من الشك وعدم التأكد ، بينما في مشـــاريع روتينـــية كمشـــاريع الانشاء التقليدية قد لا يقبل باكثر من 2% من الاختلافات لأن عمليات المشروع ونتائجه تكاد تكون معروفة بشكل دقيق .

وفـــي اطار اعداد خطة المشروع ينبغي أن تراعي إدارة المشروع كلفة إعداد الخطة والتي تتأثر بمجموعة عوامل من أهمـها :

1- تعقـــيد المشـــروع : كلما ارتفع مستوى تعقيد المشروع من حيث (التكنولوجيا ، الموارد ، التنظيم) كلما ارتفعت كلفة التخطيط .

2- حجـــم المشـــروع : تتطلب المشاريع الكبيرة نفقات كبيرة للعمليات الإدارية المرتبطة بالتخطيط والسيطرة قد تصل أحيانا إألى نصف الكلفة الكلية للمشـــروع. بينما في المشاريع الصغيرة قد تتراوح الكلفة بين (5-10%) من حيث تكاليف المشروع .

3- ثقافـــة المـــنظمة : تشـــتهر بعض المنظمات بتميزها في عمليات التخطـــيط والسيطرة بينما تفشل بعض المشاريع لارتباطها بمنظمات لا تمتلك أدوات واضـــحة للـــتعامل مع المستقبل والسيطرة عليه . لذلك يمكن القول أن المـــنظمات التـــي تتقن عمليات التخطيط والسيطرة سينشأ عنها مشاريع تتقن التخطيط والسيطرة والعكس صحيح .

4 - درجـــة الشك وعدم التأكد : في المشاريع التقليدية التي تتعامل مع عملـــيات واضـــحة وتقلـــيدية كمشاريع البناء التقليدية فإن كلفة اعداد الخطة وبرامجها التفصيلية ستكون أقل مقارنة مع مشاريع تتعامل مع عمليات جديدة ونـــتائجها غـــير مؤكـــدة مـــثل مشاريع إنتاج أدوية لمكافحة أمراض خطيرة كالسرطان والإيدز .

5- عدد ونوع أدوات التخطيط والرقابة فكلما كانت الأدوات بسيطة وسهلة الاستخدام كلما انخفضت كلفة التخطيط والعكس صحيح .

2-4 أدوات التخطيط والرقابة :

تستلزم عملية التخطيط اعداد الجداول وبرامج العمل التفصيلية، وكلما كان اعداد هذه الجداول سهل التعلم والاستخدام كلما انخفضت كلفة التخطيط والعكس صحيح. ونتيجة لدعم الحاسوب في اعداد الجداول والمخططات أصبحت أدوات التخطيط والسيطرة متاحة من خلال الحاسوب الشخصي الصغير بدلا من الحاسوب الكبير قبل بضع سنين .

ومن أهم أدوات التخطيط والسيطرة التي تستخدم في جدولة أعمال المشروع ما يلي :

* مخطط تحليل العمل Work - breakdown Structure (WBS)

* مخطط غانت Gantt Chart.

* شبكات الأعمال Net works (PERT, CPM)

فيما يتعلق بـ(WBS) فإنها تعتبر الأداة الأساسية في بناء الجدولة وذلك كأداة لتحليل بنية المشروع إلى اصغر وحدة نشاط يمكن جدولتها ومن ثم قياسها والرقابة عليها مثال ذلك:تحليل عملية بناء عمارة إلى أنشطة(إنشائية ، كهربائية ، مياه وصرف صحي)، ثم يتم تحليل كل مجموعة إلى وحدات عمل يمكن جدولتها واطلاقها كأوامر عمل للتنفيذ وسوف يتم توضيح هذه الأداة بشكل مفصل في الفصل الثالث .

كمـــا أوضحنا سابقا تهدف خطة المشروع إلى السيطرة على ثلاثة ابعاد (الوقـــت ، المال ، المصادر البشرية والمادية) ففي اطار السيطرة على الوقت يـــتم ذلك عليه من خلال نشاط الجدولة باستخدام أدوات الجدولة المختلفة مثل مخطـــط غانت وشبكات الأعمال GANTT Chart and Networks*، أما البعد المالي فيتم التعامل معه من خلال الموازنات التقديرية التي توضح كيفية توزيع الموارد المالية على أنشطة المشروع . وتهتم جميع المنظمات في اعداد الموازنات بموجب مبادئ وقواعد عالمية تنظم فقرات الموازنة.

أما المصادر البشرية والمادية فيوجد عدد كبير من الأدوات المستخدمة في التخطيط والسيطرة عليها مثل:

- مصفوفة المصادر.
- مخطط غانت للمصادر.
- مخطط تحميل المصادر.

ويمكن توضيح كل واحد من هذه الأساليب كما يلي(**):

أولا : مصفوفة المصادر

تعمـــل مصفوفة المصادر على ربط المصادر البشرية والمادية إلى مهام المشـــروع وانشـــطته. وكمـــا موضحة في الجدول (2-1). من خلال الجدول المذكـــور يتضح أن المهام توضح في الحقل العامودي للجدول وتثبت المصادر علـــى الحقـــل الافقي. ويوضح الجدول المهام المطلوبة لتطوير منهاج العلوم

---

* سيتم توضيح هذه الأدوات بتفصيل اكثر في الفصول اللاحقة.

(**) في الفصول القادمة سوف يرد تفصيلات اكثر على أساس بيانات فعلية.

والرياضيات في إحدى المدارس. ويوضح الجدول أيضا المسؤولية الرئيسية والثانوية في عملية التصميم.

ثانيا : مخطط غانت للمصادر (Gantt Chart)

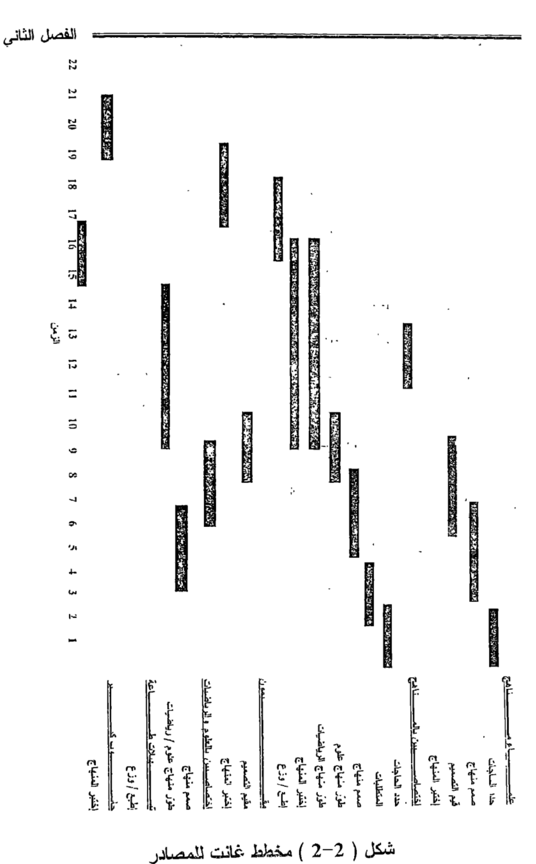
أن مصفوفة المصادر تبين فقط توزيع المصادر على المهام ولا تظهر توزيعها على الزمن، وهذه المهمة يتم التعبير عنها من خلال مخطط غانت للمصادر . حيث يظهر توزيع كل واحد من المصادر أثناء مراحل حياة المشروع . كما يمكننا مخطط غانت من متابعة توزيع المصادر فعليا مقارنة مع المخطط لها.ويمكن توضيح شكل رمزي لهذا المخطط كما في الشكل(2-2) والذي هو يرتبط بالمصفوفة المشار إليها أعلاه .

جدول (2-1) مصفوفة المصادر

المصادر / المهام	اختصاصين بالمناهج	مقيمين	اختصاصيين بالعلوم	اختصاصيين بالرياضيات	طباعة	حاسوب
حدد الحاجات	P					
ثبت المتطلبات	P					
صمم منهاجاً مبدئياً	P		S	S		
قيم التصميم	S	P				
طور منهاج العلوم	S		P			
اختبر المنهاج المدمج	S	P		P		S
اطبع ووزع النتائج	S				P	

P = مسؤولية رئيسية.

S = مسؤولية ثانوية.



شكل (2-2) مخطط غانت للمصادر

ثالثا : مخطط تحميل المصادر[1]

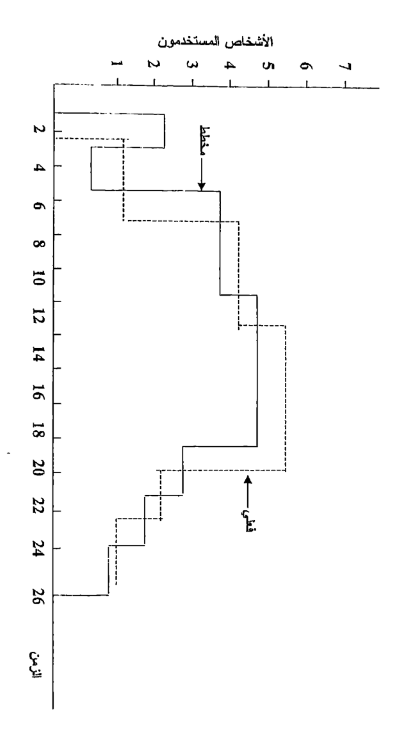
يصـــور هذا المخطط دورة حياة المشروع من منظور استهلاك المصادر أو المـــوارد . حيـــث يظهر المخطط أن استهلاك الموارد يكون قليل نسبيا في المـــراحل الأولـــى للمشـــروع ثم تتحرك بشكل كبير خلال المرحلة المتوسطة للمشروع ثم تتناقص تدريجيا حتى تنتهي عند نهاية المشروع .

ويمكن توضيح هذا المخطط كما في الشكل (2-3) ومن خلال هذا الشكل يتضـــح تطـــور استهلاك المصادر الفعلي مع المخطط لتحديد درجة الاختلاف ومتابعة أسبابها من قبل إدارة المشروع .

إن توزيع المصادر البشرية والمادية بكفاءة وفاعلية ليست عملية سهلة وخصوصـــا عـــندما تلتزم المنظمة بتنفيذ عدة مشروعات في وقت واحد مما يتطلـــب مـــن إدارة المـــنظمة أن تعمل تسوية يتم بموجبها تعديل برامج تنفيذ المهام بما يحقق استخدام الموارد البشرية والمادية بشكل متوازن يحافظ على سير المشروعات فمثلا عندما يحتاج المشروع إلى خبرة (س) في الشهر الأول مـــن الســـنة وتشـــير سجلات المنظمة الأم إلى انه سيكون متفرغا في الشهر الثانـــي فعلى مدير المشروع أن يعيد برمجة أنشطة المشروع لكي يتمكن من اســـتثمار (س) في الشهر الثاني بدلا من الشهر الأول وذلك لارتباط (س) مع مشروع آخر في هذا الشهروهكذا .

---

(1) فى الفصل الأخير سوف يعرض تطبيق أوسع بالأرقام لهكذا أسلوب.



شكل (2-3) مخطط تحميل للمصادر

2- 5 الوثيقة المرجعية للمشروع Project Terms of Reference[1]

تشكل الوثيقة المرجعية للمشروع أهم الوثائق الخاصة بالمشروع والتي تعــبر عن البنود الرئيسية التي تم الاتفاق عليها بين إدارة المشروع وكلا من ممــول المشروع والمستفيد الرئيسي من المشروع والذي يتم تنفيذ المشروع لحسابه. وتعبر هذه الوثيقة عن الإطار العام لمكونات خطة المشروع وفي هذا الإطار تندرج البنود التالية[(1)]:

1- الموضــوع : ويعــبر عــن عــنوان المشروع ، أي اسم المشروع والجهات المنفذة والمستفيدة في المشروع .

2- خلفــية المشروع : وتبين أسباب قيام المشروع ، أي تحديد الدوافع الداخلية والخارجية لانجاز المشروع .

3- الســلطة التــي أقــرت المشروع : بعبارة أخرى ما هي الجهة أو الجهــات التــي يتعامل معها مدير المشروع عند حدوث الخلافات والصراعات أثناء تنفيذ المشروع .

4- المتلقــي النهائــي للمشروع بعد الانتهاء منه : أي تحديد المستفيد المباشر من المشروع أو الجهة التي ستقوم باستخدام المشروع .

5-أهــداف المشروع : وتمثل النتائج والفوائد النهائية للمشروع والتي ينبغي أن تتوافق مع اختبار SMART والذي يعبر عن العناصر التالية :

(1) لمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع إلى (ماضي، محمّد توفيق، 2000).

S = Specific	معايير محددة للإنجاز	(محددة)
M=Measurable	قياسات محددة لكل مرحلة من مراحل المشروع	(قابلة للقياس)
A = Achievable	يمكن تحقيقها ضمن الموارد المتاحة للمنظمة	(قابلة للانجاز)
R = Realistic	تأخذ بنظر الاعتبار المتغيرات البينية المحيطة والموارد المتاحة للمشروع.	(واقعية)
T = Time bound	مـراعاة تـاريخ التسليم الذي يحدده المستفيدون من المشروع	(محددة زمنيا)

6-نطاق المشروع : تحديد الأطراف المؤثرة والمتأثرة بالمشروع أي تحديـد الاقسـام الوظيفية في داخل المنظمة التي ستؤثر في انجاز المشروع ودورها في انجاز كل مرحلة من مراحل المشروع .

7-القـيود : المحـددات المفروضـة على المشروع ومن امثلتها قيود (الوقت ، الكلفة ، الجودة) .

8-الموازنـة التقديرية : وتمثل تقديرات تقريبية لتكاليف كل مرحلة من مراحل المشروع .

9-الناتج النهائي للمشروع : ويمثل الالتزام الذي يقوم مدير المشروع بموجبه تحديد النتائج الملموسة وغير الملموسة للمشروع وذلك في نهاية كل مـرحلة رئيسـية مـن المشروع . ويتم ذلك من خلال الأدلة التوضيحية التي توضح مكونات المشروع وكيفية عملها واجراءات الصيانة.

10- محاور واستراتيجيات التنفيذ : وتبين التوجهات الاستراتيجية والقواعد التي ستحكم عمل المشروع والتي تستمد من استراتيجية المنظمة .

11-تحليل المخاطر : ويتمثل بتحديد مصادر وأنواع الخطر والصعوبات التي ستواجه المشروع وتقدير احتمال حدوثها واعداد الخطط اللازمة لمواجهتها لتقليل أثارها السلبية على سير المشروع .

12-المراحل الرئيسية : ويعني ذلك تحديد المراحل الرئيسية للمشروع وتقدير الوقت اللازم لكل مرحلة والموارد اللازمة لها .

13-الأدوار والمسؤوليات : وتبين الاطر التنظيمية للمشروع والتي سيتم ايضاحها في الفصل الثالث .

2- 6 مزايا تخطيط المشروع

يحقق تخطيط المشروع مجموعة مزايا من أهمها :

1-خفض كلفة المشروع

أن قسما كبيرا من تكلفة أي مشروع ترتبط بالتغيرات التي تطرأ على المشروع أثناء عملية التنفيذ، أو في مرحلة التصميم، ولخفض المجموع الكلي لتكاليف المشروع ينبغي تحديد هذه التغيرات عند بداية اقرار المشروع لأنها أقل كلفة من اجراءها أثناء مرحلة التنفيذ، والذي يحقق ذلك هو قدرة خطة المشروع على توقع التغيرات في المراحل المبكرة من حياة المشروع .

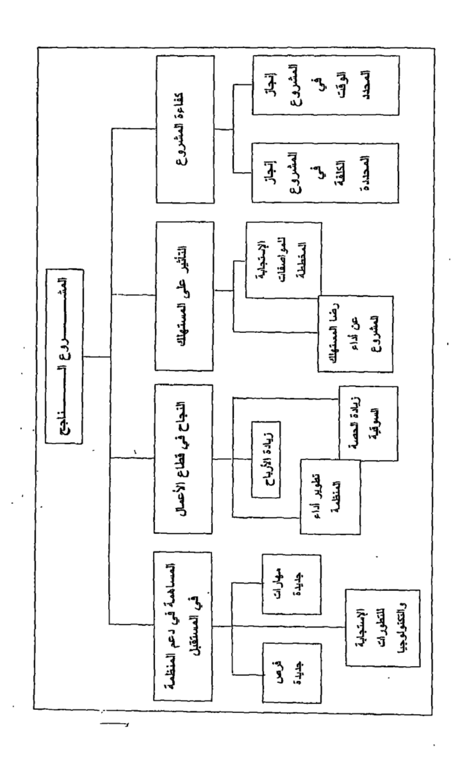
2-خفض مدة المشروع

مـــن ســـمات الإدارة فـــي الـــبلدان المتقدمة (نخص بالذكر هنا الإدارة اليابانـــية) أنهـــا تقـــوم باشـــراك جمـــيع الأقسام الوظيفية المؤثرة والمتأثرة بالمشـــروع بما في ذلك الموردين خاصة في مرحلة تخطيط المشروع وتهدف هـــذه المشاركة إلى مناقشة وتحليل الجدول الزمني المتوقع لمراحل المشروع، وفـــي اطار هذه المناقشة يتم إجراء التغيرات بشكل اسهل مقارنـة مع صعوبة وكلفـــة التغـــيرات عـــند المباشـــرة بعمليات التنفيذ. وتساهم هذه الطريقة في اختصار الدورة الزمنية للمشروع (غراهام ، 2003، ص : 123) .

3-تحسين جودة المشروع

مـــن أهم عناصر نجاح أي مشروع، قبول المستهلك والمستفيد الرئيسي للنـــتائج النهائـــية للمشروع . ويلعب تخطيط المشروع دورا رئيسا في تحديد توقعـــات واحتـــياجات المستهلك في مرحلة تعريف المشروع والتخطيط لجودة المشـــروع. ومـــن أهم أهداف تخطيط جودة المشروع، أن تكون التغيرات في مواصـــفات الـــناتج النهائـــي للمشـــروع أقل ما يمكن وذلك من خلال اشراك المســـتهلك في عمليات تصميم المشروع لتقليل الفجوة بين توقعات المستهلك وادراك إدارة المشـــروع لهـــذه التوقعات، كما تحاول المشروعات الناجحة أن تجعل عملية تحقيق الجودة هدف محدد تسعى لتحقيقه، كما انها عملية مستمرة فـــي اطـــار إدارة الجـــودة الشاملة، والتي تؤدي (كما حصل في تجربة شركة موتـــورولا) إلـــى تقليص الدورة الزمنية للمشروع. ومن ثم تحسين الجودة. (غراهام، 2003، ص 128).

وبشـــكل عـــام يســـاهم تخطيط المشروع في الاستجابة بشكل عام لمعايير المشروع الناجح والتي يمكن توضيحها كما في الشكل (2-4) .



شكل (2-4) معايير المشروع الناجح

أسئلة وتمارين الفصل الثاني

س1 . ما مفهوم تخطيط المشروع مبينا أهميته في نجاح المشروع ؟

س2 . وضح عناصر نموذج (7-S) ودوره في دعم ادراك مدير المشروع لعناصر البيئة المؤثرة في المشروع ؟

س3 . وضح آثار التغير المستمر في بيئة المشروع على إدارة المشاريع ؟

س4 . ما هي العوامل المؤثرة في كلفة اعداد خطة المشروع ؟

س5. عدد فقط أهم أدوات التخطيط والسيطرة المستخدمة في جدولة المشاريع؟

س6. وضع مفهوم الوثيقة المرجعية للمشروع ثم عدد فقط أهم عناصرها ؟

س7. ما هي أهم الشروط التي يجب توفرها في أهداف المشروع حسب نموذج (SMART) ؟

س8. ما المقصود بمخطط تحميل المصادر، وضح ذلك بالرسم ؟

س9. اذكر أهم مزايا تخطيط المشاريع ؟

الفصـــــل الثالث

تنظيم المشروع وتنفيذه

Project Organization and Execution

يعتــبر تنظــيم المشــروع الوظيفة الأساسية التي توضح كيفية ارتباط المشــروع بالمنظمة الأم والأسس التنظيمية التي تحكم المشروع نفسه، وفي إطار هذه الوظيفة سنحاول التركيز على أهم الأشكال التنظيمية المستخدمة في تنظيم المشروع مع بيان مزايا وعيوب كل شكل.

وقبل وصف وتحليل هذه الأشكال سيتم عرض خصائص مدير المشروع وأهم المهارات اللازمة لنجاحه في إدارة المشروع.

3-1 مدير المشروع The project manager

يعتــبر مدير المشروع من أهم العناصر المؤثرة في نجاح المشروع من مرحلة التعريف وحتى الانتهاء ، فهو الشخص الذي سيتحمل مسؤولية تخطيط المشــروع وتنفــيذه وإنهائــه، ومن المهام التي ستأخذ أولوية في عمل مدير المشروع ما يلي :

1- إعداد ميزانية المشروع الأولية .

2- جدولة أولية لأنشطة المشروع .

3- اختيار أعضاء فريق المشروع .

4- التأكد من كفاية وكفاءة الموارد والتسهيلات المتاحة لإنجاز المشروع .

5- تقييم مصادر التوريد مع التأكيد على التوريدات المبكرة في حياة المشروع

ولبــيان أهمــية مديــر المشــروع ينبغي مقارنته مع المدير الوظيفي The functional manager حيــث يعمل المدير الوظيفي في أحد أقسام المنظمة مــثل (المالية ، الأفراد ، التسويق) ويكون متخصصاً في المجال الذي يديره ، ويمــتلك قــدرة تحليلية على حل المشاكل التقنية الخاصة في قسمه الوظيفي

والجـــدول رقـم (3-1) يوضح بعض مسؤوليات المدير الوظيفي حيث يعمل على معالجة المشاكل التي تحل بقسمه واتخاذ القرارات المناسبة لحلها.

أن مديـر المشروع يفترض به أن يمتلك نظرة عامة وخلفيه واسعة في المعرفة والخبرة ، إذ أنه يشرف على مجالات وظيفية متنوعة، لذلك يسعى إلى أن يكـون خبـيرا فـي خلـق الـتوازنات والتماسـك بين مجالات المشروع المخـتلفة،أي أن مدير المشروع يتميز بمهارة التركيب مقارنة بمهارة التحليل للمديـر الوظيفـي ولذلـك يسـتخدم المديـر الوظيفـي مدخـلا تحليلـيا (analytic approach) أمـا مديـر المشـروع فيسـتخدم مدخـل الـنظم (systems approach) حيـث بموجـب هذا المدخل يتم التعامل مع أجزاء المشروع كمكونات تنتج مخرجات بطريقة هادفة ، بينما يركز المدخل التحليلي علـى تجـزئة النظام إلى عناصر أصغر وأصغر حيث يتمكن متخذ القرار من تكوين فهم جزئي للظاهرة أو المشكلة المبحوثة.

وفـي إطار المقارنة بين المدير الوظيفي ومدير المشروع كما هو وارد فـي الجـدول (3-1) يظهر اختلاف كبير بين الاثنين، فالمدير الوظيفي يلعب دورا إشرافيا تقنيا مباشرا لإنجاز مهام القسم الوظيفي الذي يشرف عليه، لأنه يمـتلك معـرفة تقنية تمكنه من توجيه العاملين لاستخدام أفضل الطرق لأداء الأعمال وحل المشاكل التي تواجههم وأما مدير المشروع فيمتلك معرفة تقنية واسعة في مجال واحد أو مجالين من مجالات عمل المشروع وعلى الأغلب لا يمـتلك معرفة واسعة في المجالات الأخرى، لذلك لا يتمكن مدير المشروع من تطبيق معرفته في هذه المجالات بشكل مباشر وإنما يعمل على تسهيل التعاون بين المتخصصين في هذه المجالات والذين يحتاجون إلى هذا التخصص .

فمثلا المجال القانوني يبقى من اختصاص الدائرة القانونية ويتمثل دور مديـــر المشـــروع في استشارة الدائرة القانونية لدعم المشروع بالأشخاص أو الأفكار عند حاجة المشروع في حل المشكلة قانونية، وبشكل عام أن التفاصيل المـــتعلقة بأوجـــه الاختلاف بين المدير الوظيفي ومدير المشروع هي كما في الجدول (3-1) :

جدول(3-1) أوجه الاختلاف بين المدير الوظيفي ومدير المشروع

المدير الوظيفي	مدير المشروع
مسؤول عن إدارة الوضع الروتيني	مسؤول عن إدارة عمليات التغيير
الصلاحيات معروفة ومحددة من خلال الهيكل التنظيمي للمنظمة	خطـــوط السلطة غير معرفة بشكل واضح
مهام ثابتة	حزم متنوعة من المهام
يعمـــل من خلال أطر تنظيمية مستقرة ومستمرة مع حياة المنظمة	يعمل في إطار تنظيمي يرتبط بحياة المشروع
يمكـــن وصف مهامه بأنها تركز على صيانة الوضع القائم	تتصف مهامه بشكل رئيسي بالإبداع والابتكار
المهمـــة الرئيســـة هي تحقيق الوضع الأمثل	المهمـــة الرئيســـة هـــي خلـــق التوازنات وحل الصراعات
يتحدد النجاح من خلال إنجاز الأهداف المؤقتة قصيرة الأجل	يـــتحدد الـــنجاح مـــن خلال إنجاز الأهداف النهائية للمشروع
مواجهـــة محـــدودة مـــع التغـــيرات والمخاطر	مواجهـــة مســـتمرة مع عدم التأكد والمخاطر

المصدر: **(Harvey2003-p11)**

1.1.3 مواصفات مدير المشروع

عند اختيار مدير المشروع ولضمان أدائه للأدوار الإدارية المطلوبة منه ينبغـي توفر مجموعة من المواصفات التي تؤهله للنجاح في إدارة المشروع ومن هذه المواصفات:

1- مهارات تقنية

وهـذه ترتـبط بطبـيعة المشـروع وكذلك نوع وطبيعة المجال الذي ستسـتخدم فـيه هـذه المهـارات مـثل نـوع المشـروع (إنشائي ، صناعي ، معلوماتي ، زراعي ، صحي ، ... الخ) وهذه المهارات تساهم في بنائها وتطويرها الشهادات الأكاديمية والتدريبية في مجال التخصص إضافة إلى سنوات الخبرة .

2- مهارات إدارية

وتتمـثل بقدراتـه فـي مجـال اتخاذ القرار، تخطيط المشروع، تنظيم المشروع، توجيه المشروع، الرقابة على المشروع، وهذه المهارات يتم بناؤها بشـكل متخصـص فـي بعض البلدان، ففي أمريكا على سبيل المثال يتم بناء مهـارات المديـر عن طريق الإنتظام في معهد إدارة المشروع (PMI) الذي يشـترط فـي من يمارس مهمة إدارة المشروع أن يحصل على إجازة من قبل المعهـد إضافة إلى دورات تدريبية متخصصة لبناء وتطوير المهارات الإدارية والمهـارات الإنسـانية، وفي بريطانيا تقوم جمعية إدارة المشروع (APM) بنفس الدور الذي يقوم به (PMI) .

3- مهارات إنسانية

تتمـــثل بقدرة مدير المشروع على الاتصال بالآخرين، حل الصراعات ، تكوين فرق العمل ، وغير ذلك من المهارات التي من شأنها أن تستقطب كافة العاملين في المشروع وتوحد جهودهم باتجاه انجاز المشروع.

4- مهارات فكرية

تتمـــثل بقدرات وإمكانيات المدير على تحديد المشاكل وتحليلها، وتكوين بدائل لحل المشكلة، اختيار البديل الأفضل، يضاف إلى ما تقدم يستطيع أن يقدم افكـــار جديـــدة تصب في تدعيم راس المال الفكري للمشروع وللمنظمة بشكل عام.

وينبغـــي الإشـــارة إلى أن هذه المهارات تراكمية أي أن سنوات الخبرة تلعـــب دوراً كبيراً في بناءها وتطويرها إذ أن بيئة المشروع تتسم بالديناميكية والتـــي تجعـــل لكل مشروع تجربة فريدة مقارنة بالمشاريع السابقة، وفي هذا السياق، إن أحد مراحل حياة المشروع هي مرحلة التعلم والتي تأتي بعد انتهاء المشـــروع حيث يقوم المدير بالاستفادة من دروسه الإيجابية والسلبية في أي مشروع قادم.

2.1.3 مسؤوليات مدير المشروع

رغـــم أن مســـؤوليات مديـــر المشـــروع واسعة ومتنوعة إلا أنه يمكن تصنيفها في ثلاثة مجالات:

1- مسؤوليات للمنظمة الأم .

2- مسؤوليات للمشروع .

3- مسؤوليات لفريق المشروع .

فيما يتعلق بمسؤولياته للمنظمة الأم تتضمن ما يلي:

أ – قيامه بعمل إتصالات دقيقة وبتوقيتات مناسبة تضع المنظمة دوما على علم بتطورات المشروع من خلال تزويدها بالمعلومات الكافية عن (الكلفة، الوقت، الموارد) في كل مرحلة من مراحل إنجاز المشروع.

ب – إشعار المنظمة بأي مخاطر أو مشاكل متوقعة يمكن أن يواجهها المشروع في فترات قادمة، وتقليل احتمالات مواجهه إدارة المنظمة للمفاجآت.

ج – إدارة المشروع بكفاءة والمحافظة على الموارد المخصصة للمشروع.

أما مسؤولياته للمشروع فتتلخص بممارسته للأدوار الإدارية في مجال (تنظيم ، تخطيط ، توجيه ورقابة) المشروع . وفي إطار هذه الأدوار يلعب دوراً رئيسا في اختيار الأفراد والتقنيات المستخدمة في المشروع .

وفي مجال مسؤولياته لفريق المشروع فتتركز على بناء وتمتين روح التعاون ، وتحفيز أعضاء الفريق على إظهار مواهبهم وإبداعهم لصالح المشروع من خلال إذكاء روح التنافس لتحقيق أعلى أداء ممكن.

ومن أجل قيام أعضاء فريق العمل بإنجاز أدوارهم بفاعلية وكفاءة يكون مدير المشروع مسؤولا عن عملية اختيارهم بناء على مجموعة من الخواص أهمها:

أ – مهارات تقنية مرتفعة الجودة.

ب – مهارات ستراتيجية تمكنهم من تحقيق التوازن بين أهداف المشروع وأهداف المنظمة.

ج - أن يكونوا موجهين بشكل قوي نحو المشكلة (Problem Oriented) بدلاً من كونهم موجهين للتخصص(Discipline Oriented) إذ ينبغي أن يمتلكوا قدرة عالية على مواجهة المشاكل وخلق الحلول المناسبة لها.

د - توجه قوي نحو الهدف: أي أن يكون تركيزهم على تحقيق النتائج بدلا من الإجراءات وحساب ساعات العمل.

هـ - احترام قوي للذات: يمكنهم من تحمل مسؤولية أي مخاطر أو مشاكل، ويكون الجميع قادرين على المشاركة في تحمل النتائج الإيجابية والسلبية.

و - قدرة عالية على التعامل مع الصراعات داخل المشروع أو مع الأقسام الوظيفية في المنظمة أو الأطراف الخارجية المهتمة بالمشروع.

2.3 الهيكل التنظيمي للمشروع

من المبادئ الأساسية في بناء الهيكل التنظيمي بشكل عام هو استخدام معايير تنظيمية تحدد الأسس التي في ضوئها يتم بناء الوحدات التنظيمية والذي يظهر تخصص الوحدة مقارنة بالوحدات الأخرى ، من هذه الأسس ما يلي :

1- الأساس الوظيفي : وهو الأكثر شيوعا حيث يتم تنظيم الأعمال في المنظمة في ضوء الوظائف الرئيسة لها (مثل الإنتاج، التسويق، التمويل.... الخ).

2- نوع الزبون : أي على أساس فئات المستهلكين الذين يتعاملون مع منتجات المنظمة مثل (نسائي، رجالي، ولادي).

3- الموقع الجغرافي : عندما تتوزع أنشطة المنظمة على عدة مواقع جغرافية يتم تقسيم أعمالها حسب الموقع مثل(الجنوب ، الشمال).

4- الــزمان : إذا كانــت المنظمة تعمل بأكثر من وجبة عمل يتم تنظيم العمل على أساس إدارة للوجبات الصباحية وإدارة للوجبات المسائية.

5- العمليات الإنتاجية : في خط الإنتاج المتسلسل يتم تنظيم الأعمال حسب كل عملية إنتاجية مثل (السباكة، الخراطة، الصياغة، التجميع.... الخ).

6- الأساس المركب : أي استخدام أكثر من أساس مما ذكر أعلاه.

فــي ظــل هذه الأنواع من الأسس التنظيمية ، يتطلب الأمر هنا إيجاد موقــع المشروع ، بحيث يكون هنالك تنسيق مع الإدارات الأخرى في المنظمة دون حــدوث أية معوقات ، وبسبب تعقيد بناء الهياكل التنظيمية والتطور الذي حصــل في المفاهيم المرتبطة بالمشروع يظهر في الواقع العملي معوقات تحد مــن فاعلية العلاقة بين المنظمة الأم والمشروع ومن المعوقات الرئيسة التي تواجه أي مشروع بشكل عام هو كيفية ارتباطه بالمنظمة الأم وما هو الأساس التنظيمي الذي سيحدد علاقة المشروع بالمنظمة الأم .

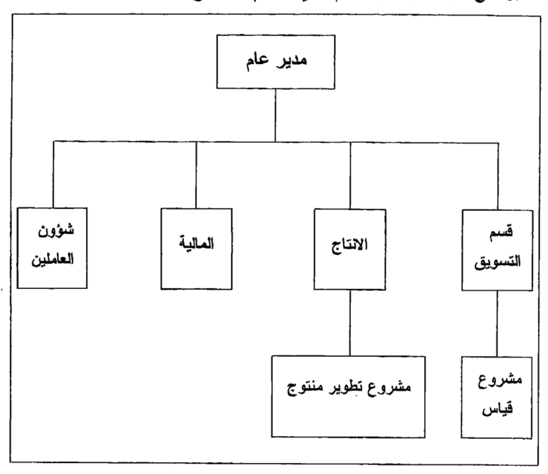
وفي هذه الإطار توجد ثلاث صيغ تنظيمية شائعة ولكل صيغة مميزات وعيوب سنحاول تحليلها كما يلي:

أولاً : المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي

The project as part of the functional organization

في هذه الصيغة يكون المشروع باعتباره أحد الأقسام الوظيفية للمنظمة وكما موضح في الشكل (3-1). بموجب هذه الصيغة يرتبط المشروع بالوحدة التنظيمــية التي تمنحه اكبر اهتمام لضمان نجاحه وتقدم له اكبر دعم لتنفيذه. على سبيل المثال إذا كانت إحدى الجامعات تفكر بمشروع فتح برنامج دراسات عليا سيتم ربط البرنامج بمساعد رئيس الجامعة للشؤون العلمية وتحت إشراف

عميد الكلية الذي يضع اختصاص البرنامج ضمن تخصصات الكلية، ويتم إدارة البرنامج من قبل رئيس القسم الذي سيقدم البرنامج .



شكل (3-1) المشروع كجزء من التنظيم توظيفي

أن هذه الصيغة (المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي) يمكن أن تكون أكثر تعقيداً مما تقدم في الشكل السابق (3-1) ، حيث تؤخذ الجوانب الهندسية والعملية بنظر الاعتبار كما هو واضح في الشكل رقم (3-2) .

لهذه الصيغة المزايا التالية:

1- أقصى مرونة في استخدام العاملين ، فعند اختيار القسم الوظيفي المناسب لإدارة المشروع، سيكون أفراد هذا القسم قاعدة دعم للمشروع من

خــلال خــبراتهم التقنية ، كما يمكن الاستعانة بخبرات الأقسام الأخرى بشكل جزئــي ، إضــافة الــى المناورة في إستثمار الخبرات من خلال المناقلة بين مشروع وآخر .

2- تعمــيق وتوســيع خــبرات العاملين في القسم الوظيفي من خلال تفاعلهم وإشتراكهم في تبادل المعرفة والخبرة والتي قد تساهم في خلق حلول مبدعة نتيجة التعاون في حل المشاكل التقنية .

3- يــبقى الجــزء الوظيفي قاعدة في تقديم الدعم التقني حتى عندما يــترك الأفــراد المشروع ، كما أن الجزء الوظيفي يبقى المسار الطبيعي لتقدم الأفراد حتى وإن حقق المشروع مساهمة في دعم هذا التقدم .

الــى جانــب هــذه المزايا ، تواجه هذه الصيغة مجموعة من العيوب أهمها :

1. إن الزبون لا يشكل بؤرة الإهتمام بالنسبة للعاملين ، لإن الوحدة الوظيفــية يبقى تركيزها على مهامها الروتينية الخاصة بها والتي تأخذ غالبا أولوية على أنشطة المشروع ومن ثم إهتمامات الزبون .

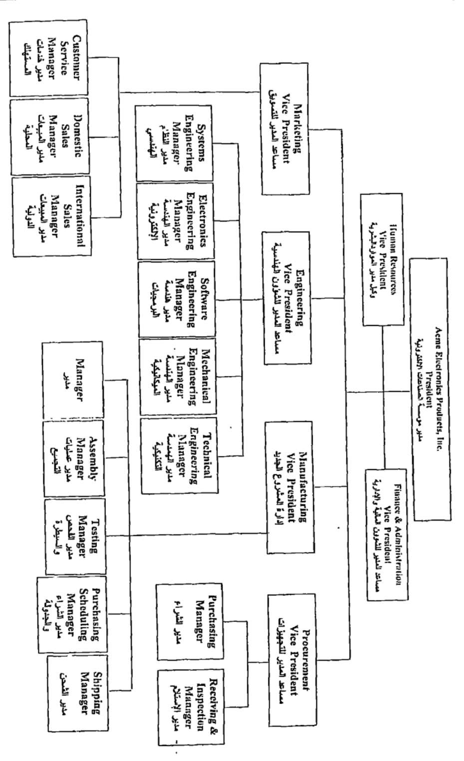
2. يكــون عمــل الأفراد موجها بإتجاه الوظيفة والتخصص بدلاً من المشكلة التي تمثل الأساس في نجاح المشروع .

3. عــدم وضــوح مسؤولية إدارة المشروع إذ لا يوجد فرد يتحمل المســؤولية الكاملــة عن المشروع مما يولد أحياناً ضعف في عمليات التنسيق .

4. يكــون التركيز على الأنشطة المرتبطة بتخصص الجزء الوظيفي مع إهتمام أقل بالجوانب التي تقع خارج الإهتمام الرئيسي للوظيفة .

5. قـد لا تشـكل أنشطة المشروع حافزاً للأفراد لتقديم مساهماتهم بالشكل الأمثل ، لإعتقادهم بأن الوظيفة هي المسار المهني المباشر الذي ينبغي التركيز عليه .

6. لا يصـلح هـذا التنظـيم للمشاريع المعقدة والكبيرة مثل تطوير الطائـرات أو الأبحـاث الإسـتراتيجية لإن الإنجاز سيكون بطيئاً بسبب العوامل التي ذكرت سابقاً إضافة الى ضعف عمليات الإتصال والمشاركة في المعلومات .



شكل (3-2) المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي

ثانياً تنظيم المشروع المستقل Pure project organization

بموجـــب هذه الصيغة يتم فصل المشروع عن بقية التنظيم الأم، ويصبح وحـــدة تنظيمـــية مستقلة من حيث العاملين وترتبط بالمنظمة الأم عن طريق تقارير التقدم الدورية.

أما الإجراءات المالية فتسمح بعض المنظمات أن يعمل المشروع بحرية كاملـــة داخـــل السقف المالي المحدد، ويوضح الشكل (3-3) تنظيم المشروع المســـتقل ، ومن الجدير بالذكر هنا ، أن هذا النوع من الصيغ التنظيمية يمكن أن ترد بشكل اكثر توافقا مع الجوانب الفنية في كل مشروع من حيث:

1- التوجهات الهندسية Engineering .

2- عمليات التصنيع Manufacturing .

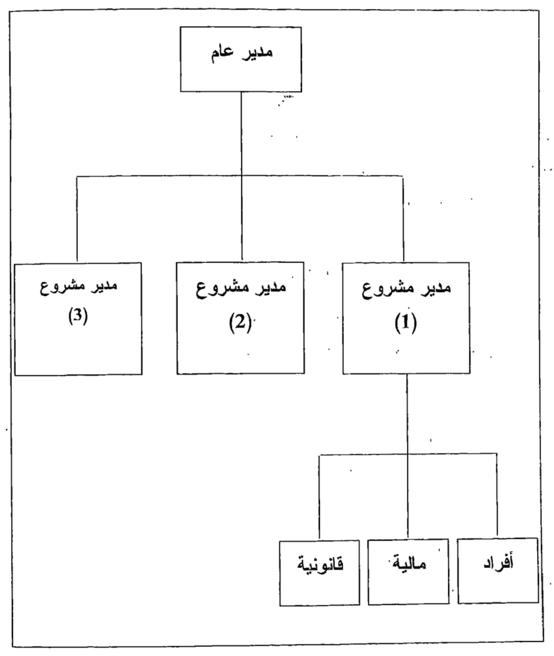
وغيرها من العمليات اللازمة لإكمال المشروع وذلك بوجود مدير في كل واحد من هذه الأقسام والشعب كما هو واضح في الشكل رقم (3-4).

لهذا التنظيم مزايا من أهمها ما يلي :

1- يمـــتلك مديـــر المشروع سلطة كاملة على المشروع بالرغم من أنه يعمـــل تحت إشراف وقيادة أحد الرؤساء ذات السلطة الأعلى في المنظمة الأم، إلا أنه يستخدم قوة عمل كاملة موجهة للمشروع.

2- قوة عمل المشروع ترتبط بشكل مباشر مع مدير المشروع ويتخذون قراراتهم التقنية دون الحاجة للحصول على موافقة رؤساء الوحدات التنظيمية فـــي المـــنظمة الأم. أي أنهـــم يـــتحملون مسؤولية أعمالهم مباشرة مع مدير المشروع.

3-كفـاءة فـي الاتصالات نتيجة اختصار خطوط الاتصالات حيث يمكن لمدير المشروع أن يتصل مباشرة بالإدارة العليا للمنظمة الأم.



شكل رقم (3-3) تنظيم المشروع المستقل

Pure Project Organization

Ajax Rapid Transit Project, Inc. president
مدير المشاريع

Marketing Vice President
وكيل مدير التسويق

Human Resources Vice President
وكيل مدير الموارد البشرية

وكيل مدير المالية
Finance & Adminstration Vice President

وكيل مدير الدائرة القانونية
Legal Vice President

مشروع A
مدير المشروع **Project Manager**

مشروع B
مدير المشروع **Project Manager**

Manufacturing Manager
مدير التصنيع

Procurement Manager
مدير الإمداد

المدير الهندسي
Engineering Manager

التعاقدات
Subcontract,

Subcontractor X
عقد فرعي
Subcontractor Y
عقد فرعي
Training تدريب

Engineering Manger
مدير الهندسة

Consultants
استشارات

شكل رقم (3-4) تقسيمات المشروع ذات الطابع الهندسي والفني المستقل

Pure Project Organization

4- ســرعة عالية في الاستجابة لمتطلبات الزبون واحتياجات الإدارة العليا وذلك لقدرة إدارة المشروع على اتخاذ القرارات السريعة.

5- ســهولة في فهم الأدوار التنظيمية ومرونة عالية في التنفيذ ، من خلال تفاعلهم واشتراكهم في تبادل المعرفة والخبرة والتي قد تساهم في خلق حلول مبدعة نتيجة التعاون في حل المشاكل التقنية.

الى جانب هذه المزايا تواجه هذه الصيغة مجموعة من العيوب أهمها ما يلي :

1- فــي حالــة تعدد المشروعات التي تنفذها المنظمة الأم قد يــؤدي إلــى ازدواج كبــير فــي الجهود وخاصة للعاملين في مجال الأعمــال الكتابــية، وكذلــك في الدعم التقني مثال ذلك قد لا يحتاج المشروع إلى مدير مالي أو مدير أفراد يتفرغ بشكل كامل للمشروع، إلا أنــه لا يمكــن في المشروع المستقل أن يتم تخصيص مدير مالي لأكــثر مــن مشروع، وهذا يؤدي إلى عدم استثمار الموارد البشرية المتاحة للمشروع بشكل اقتصادي.

2- إن التنظيم المستقل يمنع إدارة المشروع من الاستفادة من الخــبرات التقنية المتاحة في الوحدة التنظيمية المختصة في المنظمة الأم، لأن التنظــيم المســتقل لا يجعــل الاتصــال متاحا لفريق عمل المشروع بالجزء الوظيفي المرتبط باختصاص كل عضو من أعضاء الفريق.

3- يولد الإحساس بالقلق لأعضاء فريق المشروع، وذلك عند تفكــيرهم بمصير الفريق بعد انتهاء المشروع، فهل سيتم الاستغناء عن بعضهم، أم يحدد لهم عملا أقل أهمية.

4- يولــد درجـــة من عدم الاتساق في طريقة تنفيذ السياسات المرســومة من قبل المنظمة الأم، والاحتياجات التقنية اللازمة لتنفيذ المشـــروع حيــث يشعر فريق المشروع بأن المنظمة الأم بعيدة عن إحتياجات الزبون والإحتياجات التقنية اللازمة لتنفيذ المشروع .

ثالثا تنظيم المصفوفة The matrix organization

يمــثل تنظــيم المصــفوفة خلــيط من تنظيم المشروع المستقل وتنظيم المشــروع الوظيفــي وذلــك للاســتفادة مــن مــزايا الصــيغتين، ويوضح الشــكل (3-5) تنظــيم المصــفوفة ومــن خــلال مــراحل عملــية تشــكيل هــيكل التنظيمــي لهــذا الــنوع مــن المشــاريع ، ومن خلال الشكل يقوم مدير البرنامج بالإشراف على مدراء المشاريع، ويتم تخصيص قوة العمل من الأقســام الوظيفــية حســب طبــيعة المشــروع فــإذا كــان المشروع يرتبط بأبحــاث التســويق ســيتم تخصيص عدد أكبر من العاملين في قسم التسويق للعمــل فــي المشــروع مقارنـــة مع الأعداد المخصصة من الأقسام الوظيفية الأخرى.

إن القــوة الدافعــة لتنظيم المصفوفة هو حاجة المنظمات التي تعمل في مجــالات مرتفعة التقنية إلى تكامل التخصصات الوظيفية عندما تعمل في عدة مشــروعات وترغب في المشاركة الزمنية(Time sharing) للخبرة بين أحد المشــاريع والمشاريع الأخرى، إن تنظيم المصفوفة تطبيق لمنهج النظم حيث تتحمل المنظمة الأم مسؤولية تحقيق تكامل تصميم المشروع لضمان أن جميع أجزاء المشروع تعمل بتوافق وكما مخطط لها.

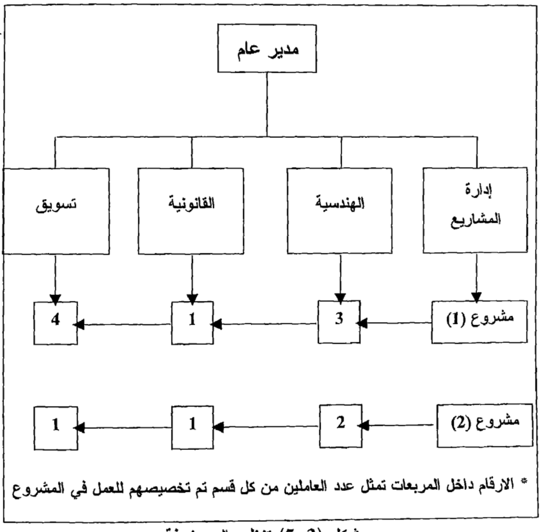
فمثلا لتطوير طائرة مقاتلة سيتضمن هذا المشروع عدة مشاريع فرعية منها على سبيل المثال:

1 - تطوير نظام الطائرة.

2 - تطوير نظام التسلح.

3 - تطوير إطار الطائرة.

4 - تطوير نظام الرؤيا.



شكل (3-5) تنظيم المصفوفة

Matrix Organization

وهذه المشاريع الفرعية ينبغي أن تكون متقاربة في مراحل تنفيذها من قبل أقسام (البحث والتطوير، الهندسة، التصنيع... الخ) وكذلك مع الأطراف الخارجية التي تساعد في عملية التطوير. إن إنجاز مثل هذا المشروع في تنظيم وظيفي سيواجه قيوداً إدارية نتيجة تعدد مراكز اتخاذ القرار في الأقسام الوظيفية، وإذا ثم تنفيذه كمشروع مستقل سيؤدي إلى ارتفاع التكاليف نتيجة ازدواج الحاجة إلى المواهب التقنية العالية الكلفة، بينما يمكن في تنظيم المصفوفة استثمار المواهب الذاتية للإفراد العاملين أو المدراء وكل ما يتعلق برأس المال الفكري لذلك يتجه بعض المتخصصين في إدارة المشروعات إلى اعتماد صيغ للهياكل التنظيمية يذكر فيها اسم المدير والشخص المكلف بالانجاز مع فريق العمل الخاص بكل مشروع كما هو واضح في الشكل رقم (3-6).

يتميز تنظيم المصفوفة بنقاط القوة التالية :

1- يتحمل مدير المشروع مسؤولية إدارة المشروع لإنجازه في إطار قيود (الزمن، الكلفة، الجودة) أي أن مدير المشروع موجه بالكامل للتركيز على المشروع كما هو الحال في تنظيم المشروع المستقل.

2- يساعد تنظيم المصفوفة إدارة المشروع في الاستفادة المناسبة من الخبرات المتاحة في الأقسام الوظيفية وذلك لاستخدامها بشكل مؤقت لصالح المشروع ، كما يمكن المشاريع الأخرى من الاستفادة، من هذه الخبرات، وتفادي حالة الأزدواج في الاستخدام عند تطبيق المشروع المستقل.

3- استجابة سريعة لاحتياجات الزبون وبنفس مرونة التنظيم المستقل.

4- في حالة تعدد المشروعات، يسمح تنظيم المصفوفة باستخدام متزايد لمـوارد المنظمة وبما يسهم في تحقيق أهداف المشروعات والمنظمة في ظل قيود (الزمن، الكلفة، الجودة) .

5- تحقـيق الاتسـاق بيـن إجـراءات وسياسات المشروع وإجراءات وسياسة المنظمة الأم لوجود قنوات اتصال مناسبة لممثلي الوحدات التنظيمية الممثلين للمنظمة وإدارة المشروع.

إلى جانب هذه المزايا يواجه هذا التنظيم مجموعة من العيوب أهمها:

1- إنه يولد صراعات بين مديري المشروعات لسعي كل مدير للحصول على أفضل الموارد لضمان نجاح مشروعه دون أن يأخذ بنظر الاعتبار تحقيق الأمثلـية لجمـيع أهـداف المـنظمة والتـي ينبغي تحقيقها من خلال جميع المشروعات.

2- ضـعف درجـة تحكـم إدارة المشروع بالقرارات التقنية التنظيمية وحسب الاختصاص فمثلا القرارات الهندسية سيبقى جانبها التقني تحت سيطرة الدائـرة الهندسـية، القرارات التسويقية تحت سيطرة دائرة التسويق ... الخ" بيـنما يحـتفظ مديـر المشروع بسلطة تسيّر المشروع ويفتقد أحياناً السلطة التفاوضـية القويـة عند التفاوض للحصول على الموارد والتحكم في تواريخ التسليم.

3- إن تنظـيم المصـفوفة يـتعارض مع مبدأ أساسي في الإدارة وهو "وحدة الأمر" إذ يوجد للعاملين رئيسين، الرئيسي الوظيفي في المنظمة ومدير المشروع، وهذا الأمر يولد أحيانا فوضى وصراع بين الأفراد الذين لم يواجهوا مثل هذه المواقف سابقا .

Specialized Computer System, Inc.
President
مدير الشركة

Marketing Vice President
مساعد المدير لشئون التسويق

Finance Vice President
مساعد المدير للشئون المالية

Human Resources Vice President

Projects Vice President
مساعد المدير لشئون المشاريع

Engineering Vice President
مساعد المدير للشئون الهندسية

Manufacturing Vice President
مساعد المدير لشئون التصنيع

Field Services Vice President
مساعد المدير للخدمات

Project Administration Manager
Systems Engineering Manager
Electronics Engineering Manager
Software Engineering Manager
Mechanical Engineering Manager
Technical Documentation Manager
Assembly Manager
Testing Manager
Production Scheduling Manager
Installation Manager
Training Manager

Project A Customer — Project A Project Manager — Jack — Jim — Julie — Cathy — Rose — Dennis — Chris — Sharon — Tyler
Project A Team

Project B Customer — Project B Project Manager — Beth — Jeff — Maggie — Jen — Paul — Steve — Jessica — Chris — Alex — Gerri — Wendy
Project B Team

Project C Customer — Project C Project Manager — Jack — Joe — Cathy — Rose — Alex — Hannah
Project C Team

شكل رقم (6-3) الهيكل التنظيمي لأحد المشاريع حسب طريقة المصفوفة

الشكل رقم (3-6) الهيكل التنظيمي لأحد المشاريع حسب طريقة المصفوفة

مع بيان اسم المدير المكلف بالعمل

3.3 معايير اختيار تنظيم المشروع

استعرضنا سابقا بدائل تنظيم المشروع ، حيث لاحظنا أن لكل بديل مزايا وعيوب ويبقى قرار الاختيار لإدارة المنظمة وذلك حسب ثقافة المنظمة وخبراتها في استخدام كل بديل ومن ثم قدرتها على تحقيق افضل موازنة لمزايا وعيوب كل بديل .

إن اختيار أي صيغة تنظيمية يجب أن يكون هدفها المركزي تطبيق التقنية وبالجودة المناسبة وأن يكون (تقليل الكلفة ، تحقيق جدولة محددة ، و تحقيق إستجابة سريعة للتغير) المعيار الأساسي للمفاضلة. وعند ما تعمل المنظمة في عدد كبير من المشروعات المتشابهة (مثل مشروعات الإسكان والتشييد) فيفضل صيغة المشروع المستقل للتنظيم ، كما أنها تصلح عندما ينفذ مشروع لمرة واحدة وبخصوصية واضحة يصعب ربطها بمجال وظيفي واحد، مثال ذلك تطوير خط إنتاج لمنتوج جديد، أما تنظيم المصفوفة فيمثل الاختيار الأفضل عندما يتطلب المشروع تكاملا للمدخلات في مجالات وظيفية متعددة، لكنه لا يتطلب عمل كل المتخصصين وقت كامل، كما أنها تمثل حلا مقنعا عند تعدد المشروعات وجميعها بحاجة إلى استثمار خبرات التقنين في المجالات الوظيفية المختلفة.

وللمساعدة في عملية اختيار التنظيم المناسب يمكن الاسترشاد بالمعايير التالية:

1- يتم تعريف المشروع من خلال تحديد واضح للأهداف وللنتائج الرئيسة للمشروع.

2- تحديد المهام اللازمة لتنفيذ كل هدف مبينا الوحدات الموجودة في التنظيم الأم التي تعمل كحاضنات وظيفية لهذه المهام.

3- ترتيب المهام الرئيسة حسب الأولوية وبشكل تتابعي ومن ثم تجزئتها إلى مجموعات عمل.

4- تحديد أنظمة المشروع الفرعية اللازمة لتنفيذ مجموعات العمل والعلاقات التي تربط بين هذه الأنظمة.

5- يجري تحديد بشكل واضح أي افتراضات أو خواص ينبغي مراعاتها عند تنفيذ المشروع مثال ذلك:

أ- مستوى التقنية اللازمة لإنجاز المهام.

ب- حجم المشروع (الزمن، الكلفة، الجودة).

ج- المشاكل المتوقعة من الأفراد المرشحين للعمل في المشروع .

د- الصراع المتوقع بين الوحدات التنظيمية المشمولة بتنفيذ المشروع.

تأسيسا على ما تقدم يتم المفاضلة بين صيغ التنظيم المختلفة في ضوء المعرفة الواضحة بمزايا وعيوب كل صيغة ليتم اختيار التنظيم الأنسب.

1.3.3 تنظيم المسؤوليات وتوزيعها في المشروع

. إن مسؤولية إنجاز المشروع لا تقع على جهة واحدة أو عنصر واحد في مركز القرار بل هي مسؤولية جماعية وهي لا تنحصر في مستوى واحد، بل هي تقسم وتوزع بين مستويات تنظيمية مختلفة، وبشكل عام يمكن تقسيم مسؤوليات إنجاز المشروع إلى نوعين أساسين، وهي كما يلي:

1- المسؤوليات الأساسية **Primary Responsibility (P)**.

2- المسؤوليات المساندة(الثانوية) **Support Responsibility (S)**

وعلـــى هـــذا الأســـاس عند تصميم الهياكل التنظيمية والإدارية لإدارة وتنفـــيذ المشاريع، لا بد لمتخذ القرار من تحديد طبيعة المسؤوليات وتوزيعها بيـــن المســـتويات الإدارية في المشروع مع تحديد اسم الكادر الوظيفي الذي سوف يحتل المواقع المحدده وتوكل إليه مسؤولية إنجاز عمل معين.

إن المستويات الإدارية والمسؤوليات المرتبطة بها في المشروع تخضع لتقسيمات أفقية وعمودية وعلى أساس تسلسل رقمي واضح، حيث على سبيل المـــثال لـــو أخذنـــا مشروع معين وعلى وجه التحديد أحد المشاريع المدنية المتعلقة بتنظيم مهرجان (احتفال) **Festival**، ذات طابع ترفيهي واجتماعي، فإن التقسيمات للهيكل الإداري للمشروع هو كما في الشكل رقم (3−7) وهذا الشـــكل يوضـــح أيضـــا كيفـــية إســـتخدام تحلـــيل العمـــل **(WBS)Work Breakdown structure** .

من الشكل المذكور يتضح ما يلي:

1− التقسيم الأفقي للمستوى الأول(**level 1**)هو[1]:(الخ. . . . **1,2,3,4**)

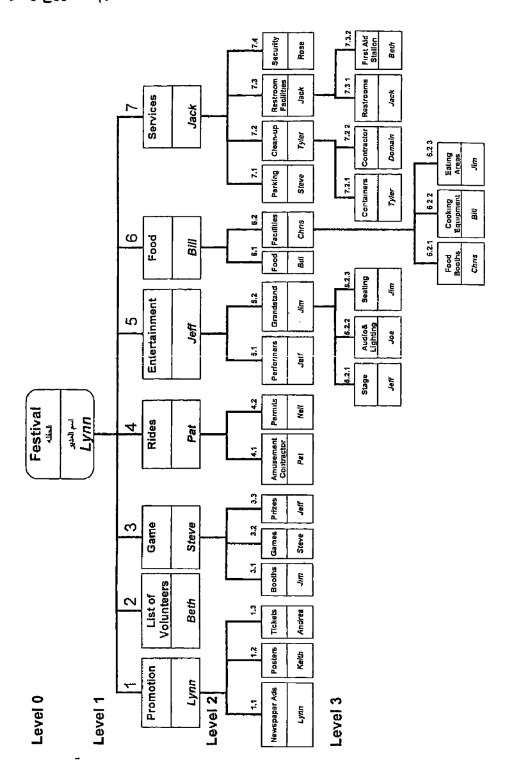
وهو مخصص للمهام الأساسية في المشروع المذكور

2− التقســـيم الأفقـــي للمســـتوى الثانـــي (**level2**) هـــو الـــخ... (3.3، 3.2، 3.1) و(1.3، 1.2، 1.1) وهو مخصص للمهام الثانوية للمشروع .

وهكـــذا بالنســـبة لبقية المهام والمسؤوليات التي هي مشتقة من المهام والمسؤوليات أعلاه.

---

(1)المستوى الصفري (**level o**) خاص بالمدير العام للمشروع المسؤول عن كافة نشاطات الحفل.



الشكل رقم(3-7)استخدام اسلوب WBS تحليل مشروع خدمي(مشروع إقامة حفلة)

3- التقسيم الأفقي للمستوى الثالث (level 3) هو: (5.2.3 ، 5.2.1 ، 5.2.1)، (6.2.3 ، 6.2.2 ، 6.2.1) وهـو مخصص للمهام الفرعية المتشعبة من المهام الثانوية أعلاه وهكذا بالنسبة لبقية المهام والمسؤوليات، حيث كلما زادت مسـتويات (levels) المشروع كلما زادت وتشعبت المسؤوليات وتشعب توزيعهـا بين فريق العمل (Work Team) الخاص لهذا المشروع ويرد في هـذا الخصـوص تقنيات إدارية الهدفَ منها تدعيم القرارات المتعلقة بتوزيع المسؤوليات بين العاملين في المشروع كما هو واضح في الجدول المصمم في صـيغة مصـفوفة المعـروض في الشكل رقم (3-8) ويعد هكذا جدول لفريق العمـل فـي المشـروع ، علـيه فإن الشكل (3-8) يعتبر الأساس في وضع معالجـات وأسـاليب أخرى حيث يستفاد منه بالدرجة الأساس في تصميم ما يعـرف باسـم : (Responsibility Matrix for Project) أي مصفوفة المسـؤوليات للمشـروع كمـا هو واضح في الشكل المذكور حيث يمثل فيه المحور العمودي نوع الأنشطة، أما المحور العمودي فهو يمثل نوع المسؤولية الملقاة على عاتق فريق العمل (Work Team) وفق أسماء محددة.

Responsibility Matrix for Festival Project

WBS Item	Work Item	Andrea	Beth	Bill	Chris	Damian	Jack	Jeff	Jim	Joe	Kieth	Lynn	Neil	Pat	Rose	Steve	Tyler
	Festival		S	S			S	S				P		S		S	
1	**Promotion**	S									S	P					
1.1	Newspaper Ads											P					
1.2	Posters										P						
1.3	Tickets	P	S									S					
2	**List of Volunteers**		P						S						S		
3	**Games**							S	S							P	
3.1	Booths				S				P	S							
3.2	Games														S	P	
3.3	Prizes																
4	**Rides**												S	P			
4.1	Amusement Contractor													P			
4.2	Permits												P	S			
5	**Entertainment**							P	S	S							
5.1	Performers					S		P									

الشكل (3-8) مصفوفة المسؤوليات المشروع

Responsibility Matrix for Festival Project

WBS Item	Work Item	Andrea	Beth	Bill	Chris	Damian	Jack	Jeff	Jim	Joe	Kieth	Lynn	Neil	Pat	Rose	Steve	Tyler
5.2	Grandstand								P	S							
5.2.1	Stage								P	S							
5.2.2	Audio & Lighting									P							
5.2.3	Seating					S			P								
6	**Food**			P	S												
6.1	Food			P											S		
6.2	Facilities			S	P				S								
6.2.1	Food Booths				P				S	S							
6.2.2	Cooking Equipment			P													
6.2.3	Easting Areas								P						S		
7	**Services**						P								S	S	S
7.1	Parking															P	
7.2	Clean-up					S											P
7.2.1	Containers																P
7.2.2	Contractor					P											
7.3	Restroom Facilities		S				P										
7.3.1	Restrooms						P										
7.3.2	First Aid Stations		P														
7.4	Security					S				S					P		

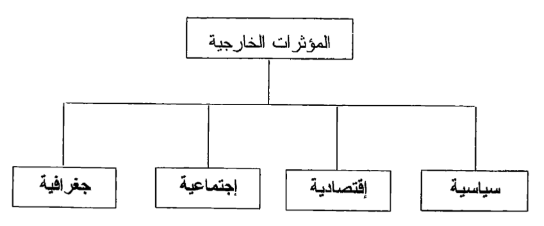
KEY : P = Primary responsibility, S = Support responsibility .
مسؤولية اساسية   مسؤولية مساندة

3-4 المؤثرات الخارجية والداخلية المؤثرة في تنفيذ المشروع (1)

إن منظمة الأعمال المسؤولة عن تنفيذ المشاريع لا تعمل في فراغ، بل هي تنشـط فـي بيـئات عمل مختلفة تؤثر وتتأثر بها بالشكل الذي يتمخض عنها عوامـل ذات تأثير في قرارات متخذ القرار المتعلقة بتنفيذ نشاطات المشروع وفعالياته من خلال استغلال ما هو متوفر أو متاح من موارد، وهذه المؤثرات على نوعين، فيما يلي عرض لفكرة وطبيعة كل واحد منها:

أولا: المؤثرات الخارجية:

إن هذه المؤثرات موجودة في بيئة ومحيط تنفيذ المشروع وتؤثر في مراحل تنفيذه، وتقسم هذه المؤثرات إلى أنواع مختلفة كما هو واضح في الشكل رقم (3-9) وفيما يلي توضيح لكل واحدة من هذه الأنواع من المؤثرات.



شكل رقم (3-9) انواع المؤثرات الخارجية المؤثرة في تنفيذ المشروع

(1) تـرد هـذه المؤثـرات تحت مسميات أخرى وذلك مثل العوامل أو الأسباب الفاعلة ولمزيد من التفاصـيل راجع: الفضل، مؤيد عبد الحسين، نظريات اتخاذ القرار دار المناهج الأردن- عمان 2005 .

1- المؤثرات السياسية : ويعني بها أية تغيرات سلبية أو إيجابية على المستوى العالمي والمحلي تدفع إدارة المشروع إلى أعداد حسابات خاصة بهذه التغيرات في مجال حساب الأوقات الزمنية لإنجاز أنشطة المشروع أو في مجال توفير مستلزمات إنجاز هذه الأنشطة من الموارد المادية المختلفة. ومن أهم اشكال وصيغ المؤثرات السياسية هي الانقلابات واستقرار الوضع السياسي والصراعات والحروب وما يترتب على ذلك من قرارات مختلفة تترك أثارا واضحة على عمليات تخطيط المشروع وتنفيذه.

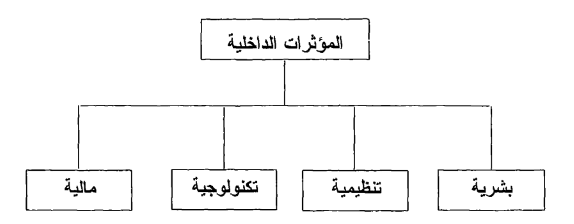
2- المؤثرات الاقتصادية : ومن أهم أشكال وصيغ هذه المؤثرات هو الازدهار والكساد الاقتصادي والدخول تحت مظلة عمل المنظمات الاقتصادية العالية المختلفة من قبيل ISO ومنظمة التجارة العالمية والسوق الأوروبية المشتركة ... الخ. ويرافق ذلك قرارات اقتصادية مختلفة ذات أثر مهم في مجريات العمل في المشروع وبالتحديد مواصفات الإنجاز وطبيعة الموارد الداخلة في المشروع وتاريخ، تسليم المشروع بمراحله المختلفة.

3- المؤثرات الاجتماعية : وهي تلك المؤثرات التي تنجم عن أبعاد اجتماعية وذلك مثل التغير في النسيج الاجتماعي من حيث العادات والتقاليد والرغبات وكذلك اتجاهات وأذواق المستفيدين من المشاريع المزمع إقامتها.

4- المؤثرات الجغرافية : وهي تلك المؤثرات التي تأخذ صيغ وأشكال مختلفة، حيث أن البعض منها يتعلق بما تفرزه ظروف المناخ والطقس من عوامل ومؤثرات (الحرارة، الأمطار، الثلوج، ... الخ) والبعض الآخر ناجم عن البحث عن المكان الأفضل لعمل أو إقامة المشاريع الإنتاجية أو الخدمية.

ثانيا: المؤثرات الداخلية:

تنبع هذه المؤثرات من داخل منظمة الأعمال المسؤولة عن عملية تنفيذ المشروع أو من داخل المشروع ذاته، وتأخذ هذه المؤثرات أشكال وصيغ مختلفة، يمكن توضيحها من خلال الشكل رقم (3-10) وفيما يلي توضيح لأنواع هذه المؤثرات .



شكل رقم (3-10) المؤثرات الداخلية وأثرها على تنفيذ المشروع

1. المؤثرات البشرية

ويقصد بذلك كل ما يرتبط بالتقسيمات والتصنيفات الخاصة بالعاملين من حيث الاختصاصات المهنية والوظيفية وكذلك ما يتعلق بالإبداع والمهارة للعاملين في مجال إنجاز الأعمال الموكلة إليهم، حيث أن لهذه المؤثرات دوراً واضحا في مجال الإسراع بإنجاز المشروع أو الإبطاء والتلكؤ وانخفاض مستويات الجودة.

2. المؤثرات التنظيمية

وتشـمل كـل مـا يرتبط بالتوسع والانكماش التنظيمي وتوفير القيادة الكفـؤه واعـتماد مـبدأ المركـزية أو اللامركـزية في تفويض الصلاحيات والمسؤوليات، وكذلك كل ما يتعلق بالسلوك التنظيمي والثقافة التنظيمية وإدارة المعـرفة وبالتالي قياس أثر ذلك في توفير البيئة اللازمة لإنجاز المشروع من حيث ترتيب متطلباته الإدارية والتنظيمية.

3. المؤثرات التكنولوجية

وتـتعلق هـذه المؤثرات بالموجود الفعلي للتقنيات الحديثة والأتمته في حـوزة مـنظمة الأعمال التي سوف تسخر لإنجاز المشروع، ويرتبط مع هذه المؤثرات بعض التساؤلات وذلك مثل:

أ- هـل أن الموجـودات والمعـدات والمكائـن اللازمة لإنجاز المشروع تفي بالغرض المطلوب ؟

ب- هـل أن التقنـيات المعـتمدة فـي المشروع تتفق ومهارات العاملين في المشروع، هل تحتاج إلى تدريب لإتقانها أم لا ؟

ج- هل التكنولوجيا المطلوبة لتنفيذ المشروع تحتاج إلى تطوير أو تغيير ؟

4. المؤثرات المالية

ويقصـد بذلك توفير الموارد المالية اللازمة لتمويل عملية إنجاز مراحل المشروع ونشاطاته المختلفة في الوقت المناسب، وبعكسه تتعرض هذه العملية إلـى انتكاسـات ويترتب عليه غرامات تأخيرية أو تردي في مستويات الأداء وينعكس ذلك سلباً على جودة وجدولة المشروع.

3-5 مستلزمات إحالة المشروع للجهات التنفيذية

إن إحالـــة المشــروع للتنفيذ يتم بعد اتخاذ القرار من قبل الإدارة العليا بذلك، ويتطلب الأمر في هذه الحالة اختيار أحد البدائل التالية:

أولا : تنفـــيذ المشـــروع ذاتيا، أي بالاعتماد على الإمكانيات المتوفرة في منظمة الأعمال .

ثانـــيا : إحالة المشروع لجهات خارجية ، وفي هذه الحالة لا بد من تنفيذه فـــي مـــدة محدودة ويتم قبول العطاءات بذلك حسب نوع المشروع علما بأن هنالك أنواع مختلفة من المشاريع (إنشائية، صناعية، خدمية ،علمية ... الخ) لذلـــك عـــند إحالـــة المشروع للجهات التنفيذية ينبغي أن يؤخذ بنظر الاعتبار طبـــيعة المشـــروع، وبالـــنظر لأهمـــية المشاريع الإنشائية باعتبارها القاعدة الأساس للمشاريع الأخرى، فإن اهتمامنا في هذه الحالة ينصب على هذا النوع من أجل توضيح متطلبات وإجراءات إحالة المشروع للجهات التنفيذية.

3-5-1 الالتزامات المترتبة على منفذ المشروع

إن هـــذه الالـــتزامات تـــرد ضـــمن ما يسمى بـــ(التعليمات إلى مقدمي العطـــاءات)، حيث عادة يطرح المشروع في صيغة، تعرف في بعض الأوساط الإداريـــة بالمناقصـــة، حيث أن المتقدم نحو العمل على تنفيذ المشروع، عليه الالـــتزام بمـــا يفرضه رب العمل من شروط والتزامات ترد في مغلف العطاء الخاص بالمناقصة في صيغة تعليمات، وتشمل ما يلي:

1- اسم المناقصة

إن أي مشـــروع يطـــرح إلـــى التنفيذ، من المفروض أن يتضمن ما هو المطلـــوب وان يـــتم تقديـــم عطاءات للأعمال المطلوب إنجازها حيث يتم ذكر تفاصيلها مع ذكر وصف للأعمال باسم (المشروع المطروح للمناقصة).

2- صيغة تقديم العطاءات

تقـــدم العطـــاءات إلى صاحب العمل داخل غلاف مختوم يكتب عليه اسم المناقصة ورقمها، وذلك بعد ان يتم ملأ استمارة تقديم العطاء والتوقيع عليها مـــن قـــبل مقدم العطاء ويتم أيضا تدوين الأسعار رقما وكتابة وملئ الفراغات اللازمة، ويجب أن تكون الكتابة واضحة وخالية من الحك والشطب، وكذلك لا يجـــوز إضافة أي شرط أو تحفظات إلا بكتاب مستقل يرفق مع العطاء ويشار إليه بالعطاء نفسه.

3- المستندات والوثائق المرفقة مع العطاء:

يجب أن ترفق مع العطاء جميع المستندات الخاصة بالمناقصة كذلك يجب على مقدم العطاء أن يرفق مع عطاءه الوثائق التالية:

أ- هوية اتحاد المقاولين النافذة، وقت تقديم العطاء.

ب- الوثائق الخاصة بتكوين الشركة.

ج- قائمـــة مفصـــلة بالأعمال التي قام بتنفيذها مع ذكر الجهة التي قام بالعمل لحسابها.

د- قائمـــة بالأعمال التي يقوم بتنفيذها وقت تقديم العطاء والجهة التي قام بالعمل لحسابها.

هـــ -التأمينات الأولية مع شهادة التسجيل لدى الهيئة العامة للضرائب مع شهادة أو هوية تسجيل المقاولين.

و- تفاصيل وسائل المعيشة والسكن والنقل والإقامة التي يزمع المقاول توفيرها للعاملين في المشروع .

4- منهج العمل

علـــى مقدمـــي العطـــاءات أن يذكروا في عطاءاتهم طريقة ومنهج تقدم العمل وتفاصيل ونوع المعدات التي يعتزمون استعمالها.

5- مدة إكمال الأعمال

ما لم يحدد صاحب العمل مدة إكمال الأعمال في مستندات المناقصة، فإن على مقدمي العطاءات أن يذكروا في عطاءاتهم المدة اللازمة لإكمال الأعمال، حيث يكون مقدم العطاء الذي ترسو عليه المناقصة ملزم بإكمال الأعمال ضمن تلك المدة.

6- التأمينات الأولية

علـــى مقدمـــي العطـــاءات أن يقدموا تأمينات أولية نقدية قدرها يحدد بالاتفـــاق مـــع صاحب العمل ويجوز الاستعاضة عنها بخطاب ضمان أو صك مصـــدق صادر عن أحد المصارف الحكومية أو الأهلية ومن الجدير بالذكر هنا أن صـــاحب العمل يحتفظ بالتأمينات طول مدة نفاذ العطاء ولمقدم العطاء طلب إعادة هذه التأمينات عند انتهاء المدة.

7- مدة نفاذ العطاءات

تـــبقى العطـــاءات نـــافذة وملـــزمة لمدة معينة اعتبارا من تاريخ غلق المناقصة الخاصة بالمشروع المطلوب تنفيذه .

8- آخر مدة لقبول العطاءات

تقدم العطاءات بموجب استمارة تقديم العطاء وذلك يتم عادة قبل الساعة الثانـــية عشـــر ظهرا من يوم العمل الاعتيادي في المنظمة التي قامت بطرح العطـــاء وكذلـــك في المصارف والدوائر الأخرى، وعلى مقدمي العطاءات أن يـــراعوا إرسال عطاءاتهم في وقت يسمح بوصول البريد المسجل قبل الموعد المقرر. ولا يقبل أي عطاء يسلم بعد ذلك الموعد مهما كان السبب وذلك سوف لا يقـــبل أي تعديـــل مهمـــا كان نوعه أو تخفيف الأسعار، إذا قدم بعد الموعد المحدد.

9- تنفيذ المناقصة

علـــى المقاول الذي يقبل صاحب العمل عطاءه الحضور خلال مدة معينة اعتـــباراً من تاريخ تبليغه بقرار الإحالة لتوقيع صيغة المناقصة وتقديم ضمان التنفـــيذ بموجـــب شروط المقاولة وإذا امتنع المقاول عن ذلك فلصاحب العمل الاحـــتفاظ بالتأميـــنات الأولـــية وتنفيذ العمل على حساب المقاول وفقا لأحكام المقاولة وذلك بدون حاجة إلى توجيه إنذار أو توجيه أي إجراء قانوني آخر.

10- قبول العطاءات

أن صاحب العمل غير ملزم بقبول أوطئ العطاءات وله الحق في قبول أو رفض العطاء أو حتى إلغاء المناقصة دون أن يكون لمقدم العطاء حق المطالبة بـــأي تعويضـــات، وإذا تـــم قبول العطاء فإن على المقاول الذي سيتولى تنفيذ المشروع مراعاة الأمور التالية:

أ- إذا وردت فقـرة مـن الفقـرات لم يدون سعر مقابل تلك الفقرة أو الفقـرات فـي العطاء المقدم، ففي هذه الحالة تعتبر كلفة تلك الفقرات وبحدود الكميات المدونة مشمولة بأسعار الفقرات الأخرى.

ب- يـتم تقديم مع العطاء إقرار شخصي من قبل المقاول في أنه اطلع على كافة تفاصيل إنجاز المشروع كما هو واضح في الشكل رقم (3-11) الذي يوضح استمارة تقديم العطاء.

صيغة افتراضية لاستمارة تقديم العطاء

اسم المناقصة :

السيد صاحب العمل :

بعـد أن زرنـا موقـع العمل وحصلنا على جميع المعلومات الضرورية ودراستنا التعليمات وجميع مستندات المناقصة بإمعان، نتقدم بعطائنا هذا لتنفيذ (اسم العمل) ونتعهد بالقـيام بجميع الأعمال المطلوبة وتجهيز المواد اللازمة حسب شروط المقاولة ومستنداتها وذلـك لقـاء مبلغ قدره (   ) دينار أو دولار، ويجري دفعه وفقا لأحكام هذه المقاولة، كما نتعهد بإكمال وتسليم العمل خلال مدة كذا يوم .

ونقـر ونعترف كذلك بأن التأمينات الأولية المدفوعة من قبلنا ستبقى في حوزتكم كضـمان عـن حسن نيتنا وفي حالة عدم حضورنا لتوقيع العقد خلال المدة المحدودة، يحق لكم سحب التأمينات المذكورة وإكمال العمل على حسابنا، وفقا للأحكام المنصوص عليها في المقاولة وذلك بدون حاجة إلى إنذار أو اتخاذ أي إجراء قانوني .

التوقيع :

الاسـم :

العنوان :

الشكل رقم (3-11) صيغة افتراضية لاستمارة تقديم العطاء

3-5-2عناصر أساسية في عملية تنفيذ المشروع :

يرد في موضوع عملية تنفيذ للمشروع عدد من العناصر الأساسية، نذكرها على النحو التالي:

1- المقاول

ويقصد بـه الشخص أو الأشخاص أو المؤسسة أو الشركة الذي قبل صاحب العمل عطائـه ويمكـن أن ينسحب هذا الأمر على ممثلي المقاول المخولين ومن يخولونه قانونا ومن يسمح صاحب العمل له بإنجاز العمل .

2- المقاول الثانوي

ويقصـد بـه أي شخص أو مؤسسة أو شركة غير المقاول الأساسي ، يسـمى في المقاولة لتنفيذ أي جزء من الأعمال أو أي شخص يتم التعاقد معه مـن الباطن لتنفيذ أي جزء من المقاولة وبموافقة المهندس التحريرية ويشمل ممثلي المقاول الثانوي المخولين ومن يخوله قانونيا ومن يسمح صاحب العمل بالتنازل له.

3- تفاصيل المقاولة

يقصـد بهـا شـروط المقاولة والمواصفات والخرائط وجدول الكميات المسـعرة وجـدول أسعار مفردات المواد وأجور العمل والمعدات إن وجد مع عطاء المقاول وصيغة التقاعد وكتاب الإحالة وأي مستندات أخرى مدرجة في صيغة التعاقد تشكل بمجموعها مستندات المقاولة.

4- مبلغ المقاولة

ويقصد به المبلغ المثبت في صيغة التعاقد والخاضع للزيادة أو النقصان بموجب الأحكام الواردة في المقاولة.

5- مدة إكمال الأعمال

ويقصد بها مدة إكمال الأعمال أو أي قسم منها، كما هو محدد في المقاولة.

6- معدات الإنشاءات أو العمل

ويقصد بها جميع المعدات والأجهزة والأشياء مهما كانت طبيعتها، المطلوبة لتنفيذ أو صيانة الأعمال ولا تشمل المواد أو الأشياء الأخرى التي تدخل في الأعمال الدائمة.

7- جدول الكميات المسعرة

ويقصد به الجدول الذي يتضمن أوصاف وأسعار فقرات الأعمال المطلوب تنفيذها بموجب المقاولة.

8- الخرائط الخاصة بهيكل المشروع

ويقصد بها الخرائط المشار إليها في مستندات المقاولة الخاصة بالمشروع وأي تعديلات فيها، يصادق عليها المهندس تحديدا كذلك أي خرائط أخرى يقوم المهندس بتجهيزها و تصديقها بشكل تحريري من وقت إلى آخر.

3-5-3 الإدارات الهندسية للمشاريع ودورها في تنفيذ المشروع

حيث تتضمن هذه الدوائر أسماء وصيغ إدارية وتنظيمية مختلفة أهمها ما يلي:

1- دائرة مدير المشروع.

2- دائرة المهندس المقيم.

وفيما يلي توضيح لهذه الإدارات مع شيء من التفصيل:

أولا : مدير المشروع

يسمى أيضا وكيل المتعهد أو المقاول أو الجهة المنفذة للمشروع ويكون مسؤولا عن المشروع ، يتولى مدير المشروع عدد من الواجبات كما سيرد أدناه .

واجبات مدير المشروع :

1- إعداد خطة لتنفيذ المشروع.
2- إعداد الخطة النهائية ومتابعتها.
3- اختيار الهيكل الإداري والأفراد.
4- إعطاء الأوامر والسيطرة على استعمال المعدات والمكائن.
5- السيطرة على الموارد وتوفيرها واستعمالها.
6- السيطرة النوعية وبيان الأخطاء في موقع العمل.
7- القيام بزيارات ميدانية لموقع العمل.
8- توفير الأمان للعاملين في المشروع.

ثانيا : دائرة المهندس المقيم

هو وكيل صاحب العمل في مساحة العمل ويعين عادة من قبل المهندس الاستشاري المعين بدوره من قبل المالك، والمهندس المقيم عليه أن يقيم في ساحة العمل منذ البداية وحتى الانتهاء من العمل بالمشروع ولذلك سمي المهندس المقيم.

واجبات المهندس المقيم

1- يقوم النيابه عن المالك بالإشراف والملاحظة المستمرة مع التيقظ والانتباه للتأخر والتأكد من أن كافة الأعمال تنفذ من قبل وكيل المتعهد (مدير المشروع) بصورة مطابقة للمواصفات والخرائط المتماشية مع شروط العمل.

2- يتوجب على المهندس المقيم أن يصدر تعليمات إلى مدير المشروع ويقدم اقتراحاته بإعادة تنظيم وإصدار شعارات الدفع في الأعمال الإضافية الناتجة عن ظهور مشاكل لم تكن منظورة في التخطيط أو التصميم أثناء تنفيذ العمل، وكذلك التي تحتاج إلى حلول فنية أو عملية كأجراء تغيرات في أجزاء التصميم أو العمل وغيرها من المشاكل التي تؤدي إلى توقف العمل أو أحد أجزاءه.

3- إجراء القياسات أو القرارات وحساب السلف التي تستحق إلى المتعهد بموجب شروط العقد.

العلاقة بين مدير المشروع والمهندس المقيم

1- على مدير المشروع أن يطلع المهندس المقيم بالوقت المناسب على برنامج سير العمل لكي يتمكن المهندس المقيم من إقامتها وبناء ملاحظته قبل التنفيذ وهذا لا يعني تدخل المهندس المقيم في الطرق التي يختارها المتعهد باعتبارها من حقه ولكن من واجبات المهندس المقيم أن يتأكد من أنها كافية ومناسبة لمتطلبات العمل اللازمة لإنجاز المشروع.

2- التنسيق في كافة إجراءات العمل المتعلقة بإنجاز المشروع على أساس عدم التدخل في شؤون بعضهم البعض .

3- علـــى المهـــندس المقيم ومدير المشروع تبادل الآراء والمعلومات يوميا ويناقش بعضهم البعض حول تقدم العمل والمسائل الفنية الطارئة بصورة غير رسمية على أساس الثقة المتبادلة.

4- تـــبادل المراســـلات الرســمية بين الطرفين لتأكيد وتثبيت مختلف الملاحظات بخصوص مراحل إنجاز العمل في المشروع.

3-5-4 طرق إنجاز العمل في المشروع

تختلف طرق إنجاز العمل في المشروع باختلاف صاحب العمل وظروف العمل وحجم العمل في المشروع وهنالك عدة طرق لإنجاز العمل أهمها:

1- أسلوب التنفيذ المباشر

وفـــيه يقـــوم صـــاحب العمل(الذي يكون على الأكثر شخصا معنوي أو مادي)[1] باستئجار العمال ومراقبتهم بنفسه وشراء المواد اللازمة للعمل وهذه الطـــريقة تتـــبع فـــي الأعمـــال الصغيرة، وذلك في بعض المنشآت الحكومية والمختلطة أو الخاصة.

2- أسلوب التنفيذ أمانة

يكـــون فـــيها صاحب العمل عادة دائرة حكومية أو مصلحة أو مؤسسة وفيها يقوم مهندسو وموظفو تلك الدائرة بالإشراف على سير العمل ماليا وفنيا وإداريـــا وعلـــى مراقبة العمال والمستخدمين وشراء المواد اللازمة وغيرها،

---

(1) يقصد بالشخص المعنوي أي منشأة أو مؤسسة أو منظمة ذات صيغة قانونية واضحة ويتم تسجيلها في أحد مؤسسات الدولة الرسمية، أما الشخص المادي فهو الإنسان الاعتيادي كامل الأهلية ويعتبر مسؤولا أمام القانون عن تصرفاته، لمزيد من التفاصيل راجع: الفضل: منذر القانون المدني ، الأصول والمبادئ- دار الفكر- الأردن- عمان 1997.

ويكـــون العمل بهذه الطريقة مكلف نسبيا وتتبع في الأحوال الصعبة التي تلائم التغير في الوقت وبعد المنطقة ووجود المشاكل الإدارية وغيرها.

3- أسلوب الكلفة (+) (Cost +)

بموجـــب هـــذه الطـــريقة يقوم وكيل صاحب العمل بالإشراف على تنفيذ العمـــل بالنـــيابة عـــن صاحب العمل وفي نهاية العمل يقدم حسابه عن الكلفة ويتســـلم ربحا صافيا ويكون هذا الربح إما بنسبة مئوية أو بأجور شهرية أو مقابل مبلغ مقطوع، إن هذه الطريقة غير مرغوبة كثيرا ولا تستعمل إلا قليلا.

4- أسلوب المقاولة

أن هـــذا الأسلوب يعد من أحسن الأساليب في إنجاز المشاريع ولا سيما إذا أحســـن اســـتعماله، لـــذا فإن معظم المشاريع وبالتحديد الإنشائية منها في الوقت الحاضر تنجز بهذه الطريقة، وفيها يقوم المقاول بالعمل حسب الخرائط والشـــروط والمواصفات التي تهيأ وتعرض على المناقصين، مع العلم أن سعر فقـــرات العمـــل في المقاولة يقدمها المقاول بنفسه أو يضعها مهندس صاحب العمـــل ويضيف المقاول نسبة ضئيلة أو يطرح نسبة قليلة لكل فقرة أو أحيانا مبلغ مقطوع من المقاولة.

لقـــد أدى تـــزاحم المقاوليـــن والمنافســـة مع بعضهم البعض في الدول المـــتقدمة إلـــى رفـــع مستوى العمل والحصول على السمعة الحسنة وبالتالي الحصـــول على مشاريع أكثر من حيث النوعية والكمية، بينما حدث العكس في دول أخرى حيث أن هذا الموقف أدى إلى تخفيض مستوى كفاءة العمل، وذلك لان الـــبعض مـــن المقاولين يحاول الحصول على مشاريع إنجاز كثيرة بغض النظر عن إمكانياته المادية والفنية وبدون الرجوع إلى مؤهلاته وتجاربه.

5- أسلوب العمل بالمقاولة الجزئية

وفـيه يقـوم صـاحب العمل بشراء المواد اللازمة للبناء ومن ثم قيام المقاول بإنجاز العمل وحسب شروط خاصة يتفق عليها الطرفان وهذا الأسلوب شائع الاستخدام في الوقت الحاضر وخاصة في الأعمال غير الحكومية.

بعـد الانتهاء من هذه الفقرة لا بد من أن نوضح بعض المفاهيم التي ترد في مجال طرق إنجاز العمل بالمشروع وذلك مثل:

المقاولة الثانوية

وهـي المقاولـة التـي تـتم بين المقاول الرئيسي للعمل مع غيره من المقاوليـن الثانويين بإنجاز جزء من العمل أو تجهيز مواد أو إنجاز كل العمل وفي هذه الحالة يكون للمقاولة الثانوية جميع النصوص والصلاحيات والوثائق الخاصة للمقاولة الأصلية ولكن في بعض الأحيان تحدد كمية العمل الذي يمكن أن تحال إلى مقاول ثانوي واحد أو أكثر بنسبة لا تزيد عن 50% ومن الجدير بالذكـر هـنا أن صاحب العمل يطلب أحياناً معرفة شخصية عن إسم وطبيعة المقـاول الـثانوي وإمكاناتـه المالية والفنية ومعرفة السعر الذي أعطيت أو ستعطى له هذه الفقرة أو الفقرات.

ولصـاحب العمـل (نظرا لامتلاكه الحق القانوني أو الشرعي في العمل وتقدمـه وجودتـه) حـق إضـافة بعـض الصلاحيات المباشرة حول علاقته بالمقاولين الثانويين.

مدة الصيانة

وهـي المدة التي يبقى العمل خلالها تحت التجربة أو الفحص لذلك فإن أي خلل يطرأ على العمل خلال هذه المدة يصبح من مسؤولية المقاول. وتعين

مـــدة الصيانة في شروط المقاولة فقد تكون سنة أو اقل أو سنتين أو غير ذلك حسب أهمية العمل وحجم العمل.

6- التسليف وتمويل المقاول

مـــن المعروف أن للمقاول الحق في الحصول على سلف نقدية أو عينية من أجل إكمال مراحل المشروع، وتقوم هذه السلف على أساس ما يعرف باسم حســـابات الذرعة في أعمال المقاولات (وبالتحديد الإنشائية منها) ، حيث ليس كـــل المقاوليـــن لديهم الإمكانيات التمويلية الكافية في المشروع كما أن بعض المقاوليـــن يعتبر التسليف هو إقرار من قبل صاحب العمل بأن المشروع قد تم إنجازه وفق المراحل المتفق عليها .

مـــن اجـــل توضيح فكرة هذا الموضوع لا بد من تحديد مفهوم للسلف وأنواعهـــا حسب ما حدد في كتب المحاسبة وعلى وجه التحديد كتب المحاسبة المالية والحكومية[1].

مفهوم وأنواع السلف في المشاريع الإنشائية

تـــتفق معظم كتب المحاسبة المالية والمحاسبة الحكومية على أن السلفة عـــبارة عن مبلغ معين من المال يسحب من قبل شخص معنوي أو طبيعي من الجهة المانحة للسلفة من أجل إنجاز أو تسهيل عمل معين ويتم توثيق السلفة المذكـــورة بضـــمانات وقواعـــد صرف معينة تضمن عودة السلفة إلى الجهة المانحة.

---

(1) هـــناك معالجات محاسبيه خاصة بهذا النوع من السلف ترتبط بتقدم العمل بالمشروع. لمزيد من التفاصيل راجـــع: الفضـــل، مؤيـــد عـــبد الحسين، وشعبان عبد الكريم "المحاسبة الإدارية ودورها في ترشيد القرارات الإدارية" دار زهران للنشر والتوزيع – الأردن/ عمان 2002 ص 162.

إن السلف على أنواع مختلفة، إلا أن اهتمامنا هنا ينصب على سلف المقاولين[1] والتي تقسم عادة إلى أنواع وهي كما يلي:

1- السلف المؤقتة للمقاولين.

2- السلف المستديمة للمقاولين.

3- سلف الاعتمادات للمقاولين.

4- سلف رهن المكائن.

إن كافة أنواع السلف المذكورة أعلاه تمنح وفق قواعد وضوابط معينة وإذا أخذنا السلف المؤقتة (على سبيل المثال) نجد أن هذه السلف تمنح وفق صيغ محددة تتفق ومراحل إنجاز العمل.

فإذا كانت قيمة المقاولة(1000000) دينار وإن نسبة إنجاز المشروع كانت بحدود 25% أو اكثر فإن مقدار السلفة المؤقتة التي سوف تمنح له هي $\frac{25}{100} \times 1000000$ وتساوي 250000 دينار. وهكذا تستمر عملية الذرعة في كل مرحلة من مراحل إنجاز المشروع بحيث إذا تم إنجازه بالكامل فإن المقاول يستلم كامل قيمة المقاولة المشار اليها أعلاه.

3-5-5 أساليب تخطيط وجدولة العمل بالمشروع وتنفيذه

إن التخطيط يسبق المباشرة الفعلية للتنفيذ بالنسبة لأي مشروع ، وبقدر تعلق الأمر بالمشاريع الإنشائية التي هي محط إهتمامنا بشكل خاص ،

(1) حنا رزوقي الصائغ، (المحاسبة الحكومية)، الجزء الأول، الطبعة الرابعة، 1976م، ص(156).

فإن التخطيط والجدولة هنا يشكل نسبة مهمة من الوقت العام المخصص لتنفيذ المشروع ، ولأجل تهيئة هذا التخطيط يجب إيجاد ما يلي:

1- الوقت اللازم لتجهيز المواد اللازمة لإنجاز المشروع.

2- أنواع وأعداد ومدة استعمال المكائن المطلوبة في المشروع.

3- نوع وأعداد العمال الواجب استخدامها والمدة اللازمة لذلك.

4- إلــى أي مــدى سيحتاج المشروع إلى المساعدات المالية أن تطلب ذلك.

5- المدة اللازمة لإكمال المشروع.

إن التخطــيط للعمــل بالمشروع الإنشائي يتطلب تقسيم المشروع الى مــراحل او مقاطع أساسية مميزة بالشكل الذي يسهل العمل في مرحلة التنفيذ، وهذه المراحل هي :

أولا:

التخطيط لمرحلة الانتقال الى موقع العمل وتهيئة معدات العمل .

ثانياً

التخطــيط لمــرحلة إرســاء القواعد الأساسية للمشروع ، ويقصد بذلك مراحل العمل ذات الخصوصية الفنية أو الهندسية التي على أساسها يتم تقسيم العمل إلى مراحل أو أقسام متسلسلة ومتناسقة، وتجدر الإشارة هنا إلى انه من الأفضــل أن يقســم العمــل إلى عدة مراحل ثانوية ممكن تنفيذها منفصلة أو مــتداخلة وإن تنفيذ هذه المرحلة قد يتم بكيان مستقل من العمال أو نوع معين

مــن المكائــن فمــثلا لإنشاء جدار ساند (Retaining wall) من الخرسانة المسلحة يمكن تقسيم العمل إلى الفعاليات التالية:

1- حفر التربة بالمكائن.

2- حفر التربة بواسطة العمال.

3- عمل ونصب القوالب.

4- وضع حديد التسليح.

5- صب الخرسانة.

6- معالجة الخرسانة.

7- رفع القوالب.

8- تصليح وإنهاء سطح الخرسانة.

9- إعادة الدفن بالتراب.

ثالثا:

التخطيط لمرحلة انجاز الاعمال التكميلية للمشروع ويتناول ذلك ما يلي:

1- الأعمال الكهربائية والتأسيسات الصحية والمائية .

2-أعمال التقطيع والتشطيب النهائي .

رابعا:

التخطيط لمرحلة انجاز الأعمال النهائية، وذلك مثل :

1- الدهان والديكور .

2- التنظيف للموقع .

إن عملية التخطيط لمراحل المشروع المذكورة أعلاه تتطلب الاعتماد على أساليب خاصة تم إيجلدها خصيصاً لهذا الغرض يطلق عليها اسم اساليب او طرق البرمجة **Methods of programming** وهذه الطرق هي :

1- طريقة مخطط الأعمدة أو مخطط جانت

Bar- Chart Method Of Gantt Chart

2- طريقة المخططات الشبكية. **Net–Work Analysis**

3- طريقة الخطوط المتوازية. **Line of balance method**

تستعمل هذه الطرق بكثرة في المشاريع المختلفة (الانشائية، العلمية،... الخ) وعلى الأخص البسيطة منها وتكون على شكل مخطط يبين الكميات والفعاليات ووحداتها ومعدل تنفيذ كل فعالية وبداية ونهاية الفعاليات لأي عمل مطلوب تنفيذه ، وبشكل عام يطلق على هذه الطرق الثلاث أعلاه اسم المخططات الزمنية (**BAR-Chart**).

والمخططات الزمنية تعتبر الأسلوب الأمثل لعرض تلك البيانات وتحتوي على الأنشطة والأزمنة على شكل لوحة ذات فوائد عديدة من ناحيتي التخطيط والسيطرة على المشاريع.

وقد استطاع هنري جانت [1] وضع خرائط ساعدت على رقابة العمليات الإنتاجية، وعرفت هذه الخرائط باسمه، وما زالت تستخدم من حين لآخر في بعض المنشآت الصناعية حتى الوقت الحاضر.

وتعتبر خرائط جانت (Gantt-Charts) من الأساليب الرقابية الوصفية[1]، والتقليدية التي شاع استخدامها في مطلع القرن العشرين وتستعمل لمراقبة الزمن وتتكون من محورين أحدهما أفقي والآخر عمودي، حيث تظهر على المحور العمودي أنواع النشاطات وعلى الأفقي الزمن، ويرسم لكل نشاط مستطيل تدل بدايته على بداية العمل بالنشاط، ونهايته على زمن نهاية العمل في ذلك النشاط، كما يدل طول المستطيل على الزمن اللازم لإنجاز النشاط المطلوب.

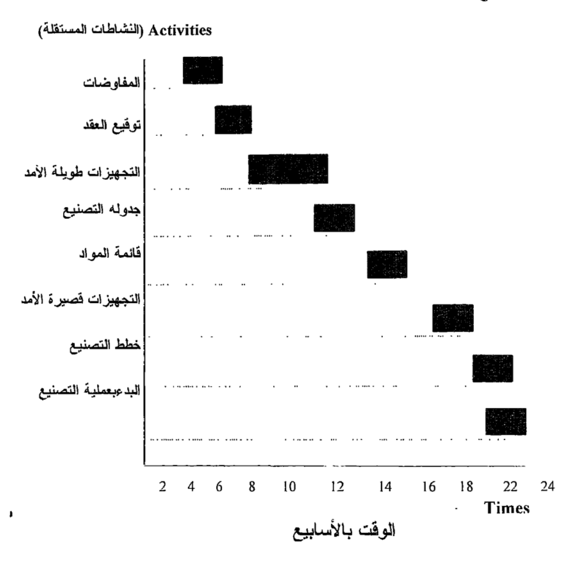
إن خرائط جانت (Gantt Charts) تعتبر أداة عامة للتخطيط والجدولة الخاصة بالمشاريع البسيطة غير المعقدة، وهي تساعد المدراء في الجدولة المبدئية لأنشطة المشاريع، ومن ثم مراقبة إنجاز المراحل المتسلسلة الخاصة بالمشروع على مدار الوقت، وذلك بمقارنة العمليات المخططة مع العمليات الفعلية، ومن الواضح أن أهم خاصية لهذه الخرائط أنها سهلة الاستخدام وهي تساعد المدير لمعرفة النشاطات التي تسرع إنجاز المشروع من النشاطات المعيقة لهذا الإنجاز، أما في المشاريع الكبيرة والمعقدة فإنها تستخدم فقط في التخطيط المبدئي، فهي تفتح الطريق فيما بعد لاستخدام التحليل الشبكي الخاص بأسلوبي (PERT / C.P.M) .

---

(1) من الرواد الأوائل لحركة الإدارة العلمية، وقد أدخل الإدارة العلمية في عدة شركات صناعية.

(1) يراجع في ذلك (الزعبي، 1995: 28- 25).

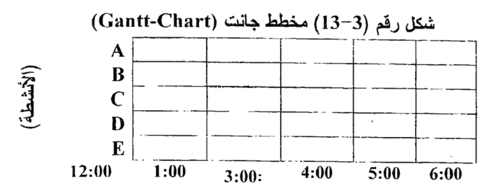
ويوضح الشكل التالي رقم (3-12) مخططا زمنيا لبعض النشاطات لأحد المشاريع.



الشكل رقم (3-12) مخطط زمني لنشاطات مستقلة

وتعتبر خرائط جانت (Gantt-Charts) وسائل مفيدة في تمثيل عملية الجدولـــة، أكثر مما هي كأداة لتخطيط ، لأنها لا تظهر القيود السابقة للأنشطة كما توضحها التحليلات الشبكية، والشكل التالي رقم (3-13) يوضح ذلك.

شكل رقم (3-13) مخطط جانت (Gantt-Chart)



(المصدر) (Nahmias, 1989: 340-341)

ومن أجل استخدام هذه المخططات الزمنية في الواقع العملي فإن من المفروض أن يقسم المشروع إلى عدد من المراحل أو العمليات ويجب أن تحسب كميات أو حجم العمل في كل مرحلة أو عملية وكذلك معدل إنجازها، على أن تضاف مدة مناسبة من الوقت الضائع بسبب الأحوال الجوية أو أي سبب آخر يعود للمؤثرات الخارجية والداخلية، كما ويجب أن تؤخذ الناحية الاقتصادية بنظر الاعتبار عند تحديد معدل الإنجاز .

وبعد الانتهاء من مرحلة التخطيط والجدولة لكافة مراحل العمل على المنظم أن يدققه بعناية ويعدله أن كان ذلك لمصلحة العمل وتمهيداً لعملية التنفيذ الفعلي.

وفيما يلي بعض الأمثلة على ذلك مستمدة من الواقع العملي لعدد من المشاريع الإنشائية .

مثال رقم (1)

كون مخطط زمني أو منهج عمل لإنشاء جدار ساند مكون من الفعاليات التالية:

فقرة	الكمية	الوحدة
الانتقال إلى موقع العمل	جملة	جملة
الحفريات	1200	م^3
خرسانة الأسس	360	م^3
خرسانة الجدران	1100	م^3
الدفن	360	م^3

على أساس أن إمكانية التنفيذ وفقاً للمواصفات التالية :

1) الحفريات 40 م^3 باليوم، 2) الأساس 20 م^3 باليوم.

3) خرسانة الجدران 40 م^3 باليوم، 4) الدفن 60 م^3.

الأسبوع= سبعة أيام عمل وإذا لم يحدد 6 أيام بالأسبوع.

الحل:قبل البدء بعملية الحل يؤخذ بنظر الاعتبار مايلي :

1- الانتقال إلى موقع العمل يتم في حدود أسبوع واحد

2- الحفريات $= \frac{\text{الكمية}}{\text{إمكانية التنفيذ}} = \frac{1200}{40} =$ 30 يوم

= 4.2 اسبوع

30 × 1.20= 36 يوم = 5 أسابيع.

ملاحظة : تم إضافة 20% كاحتياط

3- خرسانة الأسس= (360 /20)× 1,20 = 21 يوم= 3 أسابيع.

4- خرسانة الجدران = (1100 /40) × 1.20=33 يوم = 5 أسابيع.

5- الدفن =(360 /60) × 1.2= 7,2 يومويساوي تقريباً أسبوع واحد.

ويتم التعبير في ذلك بيانياً كمايلي :

ت	لمدة (أسبوع) / الفعالية	الكمية	الوحدة	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
1	الانتقال إلى موقع العمل	جملة	جملة	
2	الحفريات	1200	M^3	
3	خرسانة الأسس	360	M^3	
4	خرسانة الجدران	1100	M^3	
5	الدفن	360	M^3	

الأيدي العاملة   3   15   15   10   8

مهندس المقاوله   المهندس المقيم

مما تقدم يتضح أن المدة اللازمة لتنفيذ المشروع تنفذ = 15 اسبوع

مثال رقم (2)

المطلوب عمل جدول تقدم عمل لإنشاء دار سكنية مكونة من الفعاليات التالية:

الفعالية	الفقرة (س)	تاريخ البدء بالفعالية	عدد العمال
الأسس	1.5	1 يستمر اسبوع	15
الهيكل	3,5	1 يستمر ثلاث اسابيع	12
الخدمات	1	3 يستمر اسبوعين	6
الإنهاء	1.5	3.5 يستمر اسبوعين ونصف	8

الحل : يتم تنظيم جدول تقدم العمل كما يلي:

ت	الفعالية / المدة (س)	1 2 3 4 5 6
	الأسس	15 عامل
2	الهيكل	12 عامل
3	الخدمات	6 عامل
4	الإنهاء	8 عامل

أسئلة الفصل الثالث

س1 ما هي أهم مسؤوليات مدير المشروع ؟

س2 وضح أوجه الاختلاف بين مدير المشروع والمدير الوظيفي ؟

س3 أذكـــر أهـــم المهارات التي ينبغي على مدير المشروع أن يتمتع بها لكي ينجح في إدارة المشروع ؟

س4 ما هي الأسس المستخدمة في تنظيم المشروع ؟

س5 وضح مزايا وعيوب تنظيم المشروع كجزء من التنظيم الوظيفي ؟

س6 اذكر أهم مزايا تنظيم المشروع المستقل ؟

س7 ما هي مبررات استخدام تنظيم المصفوفة ؟

س8 ما هي أهم مزايا تنظيم المشروع كمصفوفة ثم بين أهم العيوب ؟

س9 أذكـــر أهـــم المعايـــير التي تساعد المنظمات في اختيار التنظيم المناسب للمشروع ؟

س10 المطلـــوب تنظيم منهج عمل لمقاولة إنشاء وتبليط طريق طوله 12 كم وحدود الحرمات 30 متر(المسافة التي يتطلب تنظيمها فيه منشآت عدد 15 الأعمال إلزامية 100.000 م3 ؟

أعمال التبليط 9600 م2 وشيك 25 متر مع ملاحظة ما يلي:

1- المكائن والمعدات تنظف 2 دونم يوميا.

2- يحتاج كل منشأ إلى أسبوعين لتنفيذه.

3- أن الشغل الواحد ينتج 100 م3 في الساعة.

4- سعة القلاب 5 م3 ويتطلب القلاب 12 دقيقة لعمل دورة كاملة.

5- يتطلب الانتقال إلى موقع العمل أسبوع واحد.

6- المكائـــن تقـــوم بتبلـــيط 3.6م في الساعة ولدى المقاول ماكنيين في هذا النوع.

الفصـــــل الرابع

شبكات العمل

أسلوب المسار الحرج

Critical Path Method

1-4 مفهوم شبكات العمل

شـــبكات العمل من أساليب التخطيط والرقابة التي تعتبر اكثر تطورا من أســـلوب جانـــب GANTT ويطلق عليها هذا الإسم لكونها ترسم وتصمم في صـــيغة شـــبكة، لذلك فهي تعرف بأنها عبارة عن مخططات شبكية قائمة على أســـاس الخطوط أو الأسهم و نقاط التقاطع التي تعرف بالأحداث (Events). تســـتخدم هـــذه المخططات في مختلف المجالات في الواقع العملي سواء كانت إنشـــائية أو انتاجية أو خدمية وغير ذلك، وعلى وجه التحديد الكبيرة والمعقدة مـــنها التـــي تتصف بمرحلية التنفيذ وتتطلب وضع خرائط ودراسات تمهيدية لشـــرح كيفـــية تطور المشروع من حيث تسلسل الأعمال المطلوب تنفيذها بما يتناســـب مـــع المـــراحل الزمنـــية أو السقف الزمني اللازم للإنجاز . ويذهب المتخصصـــين بـــالعلوم الاقتصـــادية والمهتميـــن بموضوع شبكات العمل إلى ضرورة اعتماد المفاهيم الاقتصادية عند تطبيق شبكات العمل. وتنصرف فكرة المفهـــوم الاقتصـــادي لشـــبكات العمل إلى كيفية استخدام الموارد النادرة أو المحـــدودة لتحقيق أهداف المنظمة المختلفة. في ضوء ما تقدم تعرف شبكات العمـــل بأنهـــا أســـلوب بياني وهندسي يعرض أنشطة المشروع بشكل مترابط ومنطقـــي مـــن خـــلال الأسهم والأحداث (نقاط التقاطع)[1] . يستخدم في مجال تخطيط ومراقبة تنفيذ المشاريع المختلفة وتتسم في كونها مؤهلة لعرض نسب تداخلات أعلى قياساً بما هو الحال في أسلوب GANTT وكذلك تفاصيل اكثر مـــن حيث نوعية وكمية المعلومات والبيانات المتعلقة بالموارد الخاصة بتنفيذ المشـــروع. أن شـــبكات العمـــل يمكـــن التعبير عنها من خلال صيغ وأساليب ونماذج مختلفة يمكن توضيحها على النحو التالي:

---

(1) سوف يرد توضيح ذلك لاحقاً .

أولاً : نماذج اقصر الطرق **Shortest- Path Method**

تستخدم هذه النماذج عندما يكون المطلوب هو تحديد اقصر طريق بين نقطتيـــن أو اقصـــر طــريق بين نقطة معينة وجميع النقاط الأخرى في شبكة الأعمال أو اقصر طريق بين كل نقطتين في شبكة الأعمال.

ثانياً : نماذج اقصى تدفق **Maximum - Flow Models**

إن هـــذا النوع من النماذج مشابه لما هو وارد في الفقرة أعلاه إلا إنـها تســتخدم فـــي تحديـــد اقصى تدفق من الأرباح أو الموارد المالية التي يمكن تحقيقها من خلال تطبيق شبكة الأعمال.

ثالثاً : نماذج شبكة الأعمال (الأنشطة) **Activity Net work Models**

إن هذه النماذج تهدف إلى تحديد الأنشطة المتتابعة والمتوازية للمشاريع المخـــتلفة، وكذلك تحديد الوقت لكل نشاط والتعرف على المسارات الحرجة في شبكة أعمال المشروع. وبالنظر لاهمية هذه الأنواع من النماذج وكونـها مرتبط بشـــكل مباشـــر بموضوع إدارة المشاريع، مع التأكيد على دورها في التخطيط والرقابة، فإن اهتمامنا سوف ينصب عليها. وبشكل عام تقسم هذه النماذج إلى ما يلي:

1- أسلوب المسار الحرج **Critical Path Methods (C.P.M)**.

2- أســـــلوب تقيـــــيم ومـــــراجعة الـــــبرامج **Program Evaluation and Review Technique (PERT)**

إن لهذيـــن الأســـلوبين إمكانـــيات كبيرة في مجال تطوير وجدولة عمليات تنفيذ المشاريع المختلفة كما سوف يرد توضيح ذلك لاحقاً.

2-4 قواعد رسم شبكات العمل

إن رسم شبكات العمل وصياغة الاشكال التي تعبر عن مواصفات وطبيعة المشروع تخضع لقواعد واسس معينة، يمكن بيان هذه القواعد كما يلي:

أولاً : أن أي مشـــروع يمكـــن أن يخضـــع لتطبيق أسلوب شبكات العمل، إذا توفرت فيه الشروط التالية:

1- إمكانـــية تقسيم المشروع إلى وحدات واجزاء أو مجاميع من الأنشطة مستقلة أو مرتبطة مع بعضها البعض بشكل منطقي.

2- أن لكـــل مشـــروع بدايـــة ونهاية ويقع بينها مجموعة من الأنشطة أو الفعالـــيات Activities المتشابكة أو المتداخلة والمرتبطة مع بعضها بشكل متسلسل ومنطقي.

3- الجـــزء الأساسي للمشروع هو النشاط Activity الذي يعبر عن جهد مبذول أو إنجاز معين ذات طابع انتاجي أو خدمي.

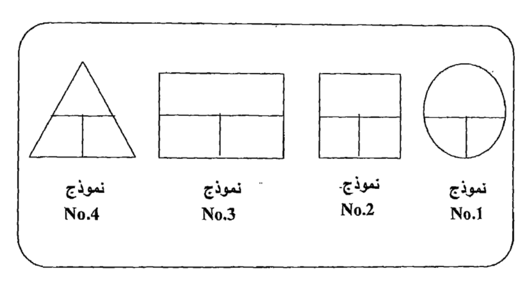
ثانـــياً : يتم التعبير عن أجزاء ووحدات المشروع أو مكوناته من خلال أشكال هندسية معينة، وهي:

- الأحداث Events.
- الأنشطة أو الفعاليات Activities.

وبالـــنظر لاهمية هذه الأجزاء والمكونات نعرض أدناه توضيح مفصل لذلك.

1- الأحداث Events

عبارة عن لحظة من الزمن تدل على إنجاز بعض الأنشطة وبداية لانشطة أخرى. فالبداية والنهاية لكل نشاط يعبر عنها بحدثين، أحدهما حدث البداية والآخر حدث النهاية. وتمتاز الأحداث بأنها لحظة من الزمن وليس مدة منه وكذلك لا تحتاج إلى وقت أو موارد أو جهد ويمكن تمثيلها بشكل هندسي كالدائرة أو المربع أو المستطيل أو المثلث كما هو واضح في الشكل (4-1).



شكل (4-1) الأشكال الهندسية الممكنة لتمثيل الأحداث

2- النشاطات Activities:

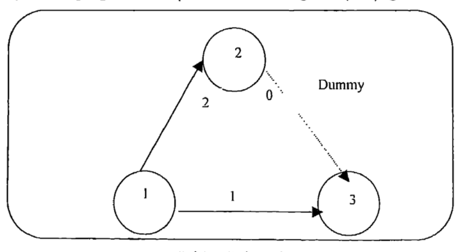
هي إحدى عناصر المشروع التي يجب انجازها وتقع بين حدثين الأول يعرف باسم الحدث السابق (Preceding) والثاني الحدث اللاحق (Succeeding). فالنشاطات التي هي حصيلة مجموعة أحداث لا يمكن البدء بها إلا إذا انجزت النشاطات السابقة لها بالكامل وتمتاز بأنها تحتاج إلى وقت وموارد مالية ويتم تمثيلها في الرسم بسهم (Arrow) واتجاه السهم يبين

تتابع حدوث الأحداث أما طول السهم فإنه لا يمثل أي شيء، وأما وقت الإنجاز فيمكـن كتابـته اسـفل أو أعلى السهم علما بأن كل سهم يمثل نشاطا مستقلا (Independents) أي نشـاطا واحـدا فقـط. وتنقسم الأنشطة الى قسمين أساسيين وهما:

أ- أنشـطة حقيقـية (Real Activities) : وتعبر عن الأعمال التي يجب تنفيذها للانتقال من حدث معين على شبكة العمل الخاصة بتنفيذ مشروع معين إلى حدَّث آخر وتتطلب وقتا وموارد معينة. ويعبر عن الأنشطة الحقيقية بخطـوط متصلة تربط بين الأحداث للأنشطة المختلفة ويكون الخط على شكل سـهم يـتجه رأسه إلى حدث النهاية وينطلق من حدَّث البداية، وقد تكون هذه الأنشطة:

- اعتيادية Normal ⟶
- حرجة Critical ⟹

ب- أنشـطة وهمية (Dummy Activities): وهي الأنشطة التي لا تستغرق وقتا ولا تستلزم أي موارد أي ان وقتها يساوي صفرا ويعبر عنها بخط متقطع (سهم منقطع --------►) كما موضح في الشكل (4-2).



شكل (4-2) النشاط الوهمي

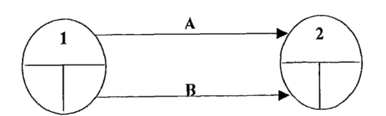
(Russell and Taylor III, 1998: 794)

ثالثاً : إن لكل نشاط حدث بداية وحدث نهاية كما هو واضح أدناه:

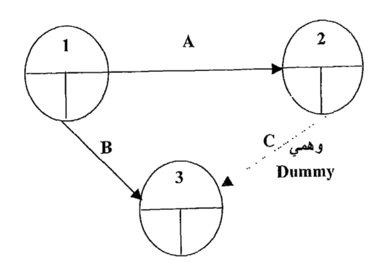


ويتم ترقيم الأحداث بشكل متسلسل كما هو واضح في الشكل المذكور.

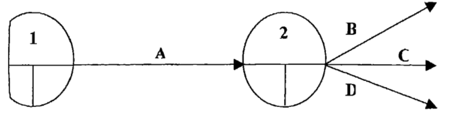
رابعاً : لا يمكن أن يبدأ أكثر من نشاط واحد من حدث واحد وينتهي في حدث واحد كما هو واضع أدناه:



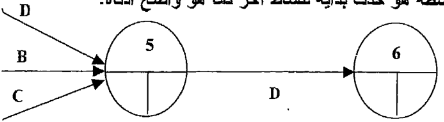
ويفترض أن يعالج هذا الأمر من خلال إدخال نشاط ثالث وسيط يعرف بالنشاط الوهمي Dummy Activity وكما يلي:



خامساً : يمكن أن يكون حدث النهاية لإحدى الأنشطة هو بمثابة حدث لانشطة أخرى كما هو واضح في الشكل التالي:

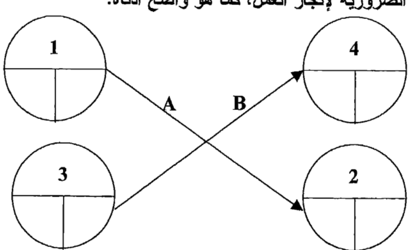


يعتبر الحدث رقم (2)، الذي هو حدث النهاية للنشاط A، بمثابة البداية للانشطة .D. C. B وكذلك يمكن أن يكون حدث النهاية لمجموعة الأنشطة هو حدث بداية لنشاط آخر كما هو واضح أدناه:



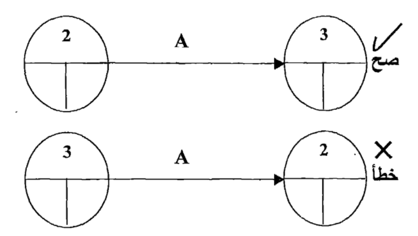
حيث أن الحدث رقم 5 هو حدث النهاية للانشطة (.C. B. A) أيضا حدث بداية للنشاط .D.

سادساً : أن تقاطع الأنشطة غير مرغوب فيه في شبكات العمل إلا في الحالات الضرورية لإنجاز العمل، كما هو واضح أدناه:

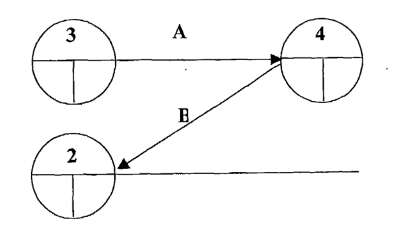


حيث من المفروض أن ينجز النشاط A قبل النشاط B .

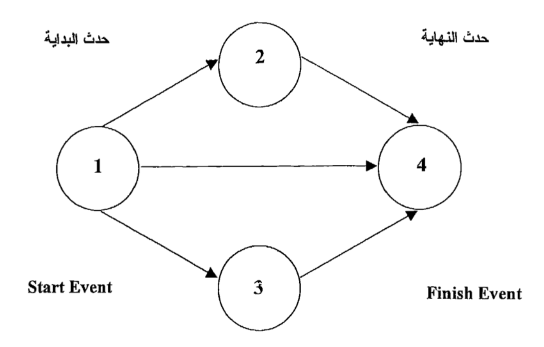
سابعاً : أن اتجاه رسم يكون على أساس قاعدة البدء من الحدث الصغير لغاية الحدث الكبير وليس العكس. أي أن:



كما لا يجوز العودة إلى أحداث سابقة كما في الشكل التالي:

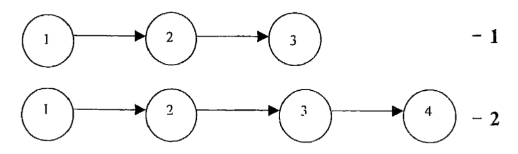


ثامناً : تبدأ عادة شبكات العمل من حدث بداية واحد وتنتهي بحدث نهاية واحد أيضا وان الشكل التالي يوضح بعض نماذج شبكات الأعمال:



حيـــــــــث أن الدوائر ذات الأرقام في الشكل تعبر عن النقط (Nodes) وقد تشـــير هذه النقطة إلى موقع معين أو مرحلة معينة، كما أن كل خط يصل بين دائرتيـــن يســـمى (Arrow) حيث يمكن أن يشير هذا الخط إلى المسافة بين النقطتين أو إلى عدد الوحدات أو إلى التكلفة بين نقطتين.

وتســـمى مجمـــوع الخطوط المتتابعة التي تربط بين أي نقطتين باسم السلسلة **Chain**، ومن الأمثلة عليها:

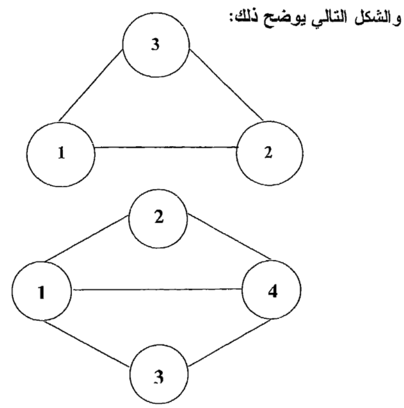


1 -

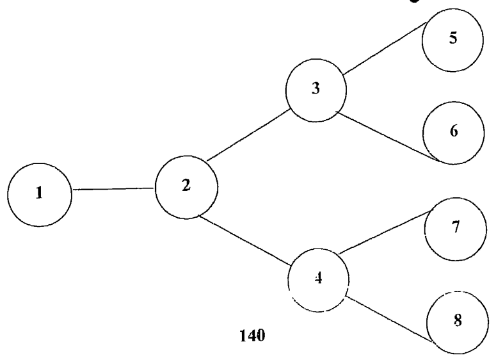
2 -

يطلق على سلسلة الخطوط التي تصل نقاط تقاطع بنفسها تكرار **Loop**.

والشكل التالي يوضح ذلك:



وكمـــا يطلق على شبكة الاعمال التي لا تحتوي على أية خطوط تؤدي إلى ايصال نقطة بنفسها والتي تتفرع خطوطها عند كل نقطة لفظ شجرة **Tree** والشكل يوضح ذلك:



في النماذج الأخيرة للشبكات لاحظنا انه لا يوجد أية إشارة لاتجاه سير الخط بين أي نقطتين، وفي هذه الحالة نطلق على هذه الحالة اسم خطوط غير موجهة Undirected Arrow، ولكن إذا تم رسم أي خط في الشبكة على صورة سهم للإشارة للإتجاه فإن ذلك الخط يعتبر خطاً موجهاً Directed Arrow والشكل التالي يوضح هذا المفهوم:



ويبين أن الخط 2 ◄—— 1 عبارة عن خط موجه، ويختلف عن الخط (1-2) الوارد في الشكل السابق بالرغم من أن كلا الخطين يربطان بين النقطة 2، 1.

وبما أننا بصدد الحديث عن الخطوط بين النقطتين إذن يمكننا التعبير عن أي خط (حدث) بين النقطتين على شكل زوج مرتب (i,j) حيث يمثل (i) نقطة بداية الخط (الحدث) وتمثل (j) نقطة نهاية ذلك الخط، أي انه يمكننا أن نعبر عن أي شبكة أعمال بمصفوفة Incidence Matrix:

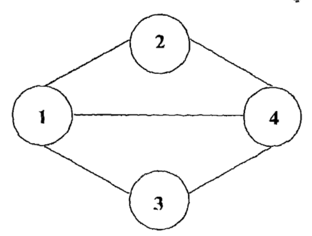
$$A = (a_{ij})$$

حيث أن

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{إذا وجد خط بين النقطتين } i,j \\ 0 & \text{إذا لم يوجد خط} \end{cases}$$

ويجــدر بــنا أن نلاحــظ أن هــذه المصــفوفة هي مصفوفة متماثلة Symmetric Matrix وهذا في حالة كون الخطوط (الأحداث) التي تربط بين النقاط أحداثا غير موجهة Undirected.

مثال ذلك كما يلي :



المصفوفة التي تمثل هذه الشبكة هي على النحو التالي:

	4	3	2	1
1	1	1	1	0
2	1	0	0	1
3	1	0	0	1
4	0	1	1	1

الأنشــطة الــواردة في الشكل أعلاه لم يظهر عليها أية قيم تعبر عن الموارد، وهي حالة غير واقعية، حيث أن لاي نشاط لا بد أن يكون هناك مقدار مــن الموارد المادية والزمنية اللازمة لإنجازه، ويتم التعبير عن كلفة الموارد المادية بالرمز cij.

لـــو كانت هذه الخطوط الموجهة التي تعبر عن الأنشطة لها قيم معينة تعـــبر عـــن مقدار الموارد المصروفة فإن من المفروض في هذه الحالة العمل علـــى تمثـــيل هـــذه القيم ضمن مصفوفة تسمى مصفوفة السعة Capacity Matrix، وتجدر الملاحظة هنا إلى أن أي نشاط يتم التعبير عنه من خلال خط موجه (X) بين أي نقطتين (i)، (j) يجب أن يتبع القاعدة التالية[1]:

$$0 \le Xij \le Cij$$

حيث يمثل cij السعة، مثال ذلك المصفوفة التالية :

$$C_{ij} = \begin{array}{c|cccccc} & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 5 & 7 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 3 & 2 & 0 & 0 \\ 3 & 8 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 2 & 0 & 8 & 0 & 0 \\ 5 & 6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

(1)يقصـــد بـــالموارد هـــنا الوقت أو مقدار المواد الأولية اللازمة لإنجاز النشاط ويراد بها أيضا مقدار الأيدي العاملـــة أو المكائـــن والمعـــدات. لمزيد من التفاصيل راجع: المشرقي، حسن علي ، القاضي، زياد عبد الكريم "بحوث العمليات – تحليل كمي في الإدارة" دار المسيرة للنشر والتوزيع، الأردن – عمان 1997، ص 204.

4-2-1 أشكال وصيغ تصميم شبكات العمل

يرد ضمن شبكات العمل أشكال وصيغ مختلفة تعتمد على نوع وطبيعة المشروع وكذلك على طبيعة الأنشطة ذاتها المؤلفة للمشروع المذكور وبشكل عـــام يمكـــن فـــي الـــبداية تقسيم صيغ واشكال شبكات العمل إلى ثلاث أنواع أساسية وهي:

1- تصميم شبكات العمل على أساس أن الأنشطة يعبر عنها من خلال الأسهم **Activity on Arrow (AoA)**.

2- تصميم شبكات العمل على أساس أن الأنشطة يعبر عنها من خلال العقد **Activity on Nods (AoN)**.

3- تصميم شبكات العمل وفق صيغ واشكال هندسية مختلفة .

وفيما يلي توضيح لكل واحد من هذه الصيغ والاشكال:

أولا : تصميم شبكات العمل على أساس أن الأنشطة على الأسهم:

Activity On Arrow (AoA) .

ويقصـــد بذلك أن تصميم شبكات العمل قائم على أساس أن التعبير عن الأنشطة أو الفعاليات في المشروع من خلال الأسهم، أما بالنسبة للأحداث فإن التعبـــير عنها يكون من خلال العقد أو نقاط التقاطع. وبشكل عام يمكن تقسيم هذا النوع من تصاميم شبكات العمل إلى ما يلي:

1- الترقيم الافقي والعمودي للاحداث.

2- الترقيم الزوجي والفردي.

3- ترقيم الأحداث حسب نوع النشاط أو نوع العمليات.

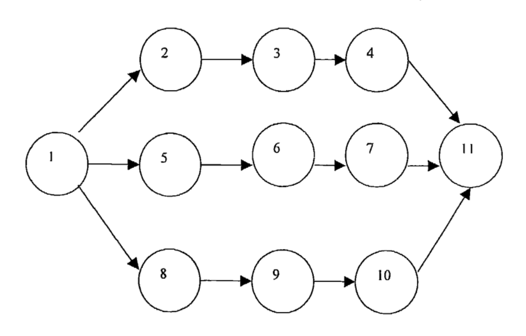
4- رسم شبكات العمل على أساس النشاط السابق واللاحق .

فيما يلي توضيح لكل واحدة من هذه الحالات:

الترقيم الافقي والعمودي للأحداث

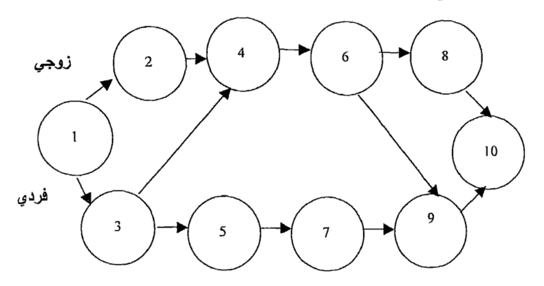
حيث يتم في هذه الحالة ترقيم الأحداث بشكل افقي أو عمودي وكما يلي:

1 - الترقيم الافقي حيث يتم ترقيم الحدث الأول في الشبكة برقم معين، وبعدها يتم زيادة الأرقام باتجاه الحدث الأخير كما هو واضح في الشكل (4-3) :



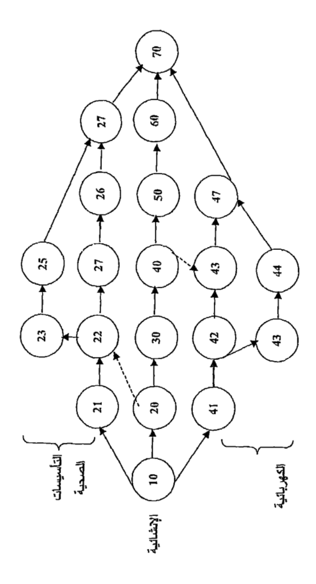
شكل رقم (4-3) الترقيم الأفقي للأحداث

2- الـــرقم الزوجـــي والفـــردي: بموجـــب هذا الأسلوب يتم جعل الأحداث الزوجية في جهة والفردية في جهة أخرى كما هو واضح أدناه :



شكل (4-4) الترقيم الزوجي والفردي (العمودي)

3- ترقـــيم الأحـــداث حسب نوع النشاط أو نوع العمليات كما هو واضح في الشكل (4-5) الذي يعبر عن أحد المشاريع الإنشائية .



شكل (4-5) ترقيم الأحداث حسب نوع النشاط أو العمليات

حيث يتضح من الشكل (4-5) بان الشبكة الخاصة بالمشروع تتكون من ثــلاث اجــزاء، الجــزء العلــوي مــن الشبكة يعبر عن النشاطات المرتبطة بالتأسيسات الصحية والجزء السفلي منها يعبر عن الأعمال الكهربائية في حين أن الجزء الوسطي منها يعبر عن الأعمال الانشائية، علما بان كل نوع من هذه النشاطات يبدأ بارقام مختلفة عن الآخر.

4- تصميم شبكات العمل على أساس النشاطات السابقة واللاحقة

إن هكــذا نــوع من شبكات العمل يختلف عن الحالات السابقة حيث هنا يؤخذ بنظر الاعتبار ما يلي:

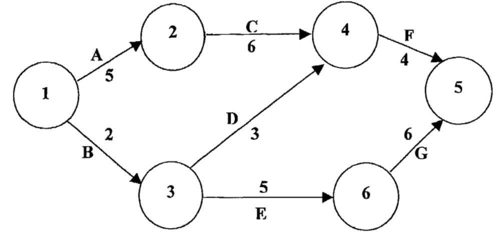
1-النشاطات السابقة أو الابتدائية.

2-النشاطات اللاحقة أو النهائية.

لتوضيح فكرة هذه الحالة: نأخذ بنظر الاعتبار المثال التالي:

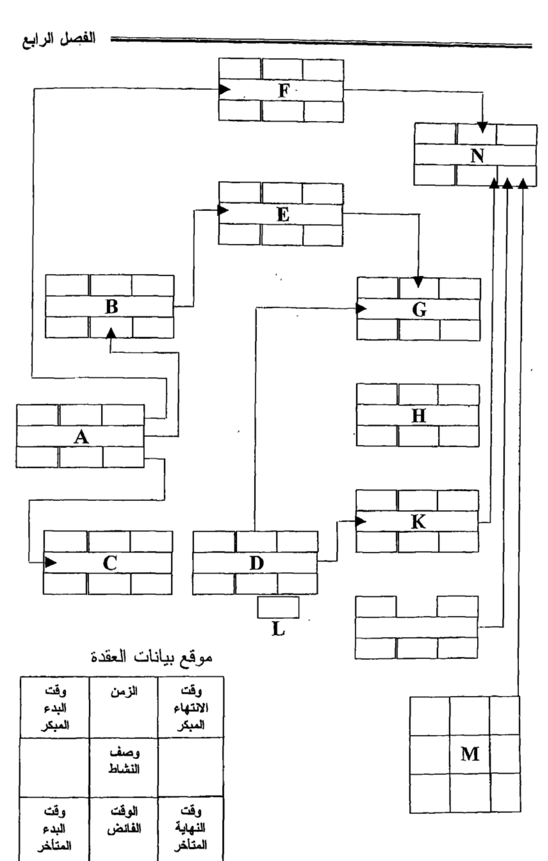
النشاط السابق	النشاط اللاحق	الوقت
-	A.	5 يوم
-	B.	2 يوم
A.	C.	6 يوم
B.	D.	3 يوم
B.	E.	5 يوم
C.D.	F.	4 يوم
E.	G	6 يوم

الشكل الذي يعبر عن هذه الحالة هو كما يلي:



ثانيا : تصميم شبكات العمل على أساس العقد AON في هكذا نوع من شــبكات العمل تكون الفكرة قائمة على أساس أن تعبر العقدة أو نقطة الاتصال عــن النشـــاط ، في حين الأسهم تعبر عن الأحداث كما هو واضح في الشكل (4-6) الذي يوضح المخطط الشبكي مصمم على أساس العقد .

وبشكل عام يمكن توضيح الاختلافات بين هذا الأسلوب في رسم شبكات العمـــل والأسلوب السابق من خلال مجموعة من الحالات والتي يمكن عرضها كما في الجدول رقم (4-1).



شكل (4-6) بناء وتصميم النشاطات في المخططات الشبكية بواسطة العقد (AON)

جدول رقم (4-1) مقارنة بين تصميم AON وتصميم AOA

تصميم الشبكة على أساس AOA	تصميم الشبكة على أساس AON	التفاصيل Activity Relationships
a S T U		**1** S Precedes T, which precedes U.
b S U T d		**2** S and T must be completed before U can be started.
S T c U		**3** T and U Cannot begin Until S has been completed.
S T U		**4** U and B cannot begin until both S and T have been completed.
d S U T Dummy V		**5** U cannot begin until both S and T have been completed; V cannot begin until T has been completed.
e S T V Dummy U F		**6** T and U cannot begin until S has begin until both T and U have been completed.

إن قواعـد رسـم شبكات العمل الوارد ذكرها أعلاه تظهر الحاجة إليها بشكل كبير عند تطبيق أساليب شبكات العمل الأساسية ، وهي:

1- أسلوب المسار الحرج (Critical Path Method (C.P.M.

2- أســـلوب تخطـــيط ومـــراجعة وتنفـــيذ الـــبرامج
.Program Evaluation and Review Technique (PERT)

ثالثا : تصميم شبكات العمن وفق صيغ وأشكال هندسية مختلفة.

يــرد فــي هذا الصدد أنواع من التصميمات وفق أشكال وصيغ مختلفة، حيــث ينصــب الاهــتمام فــي هذه الحالة على كيفية ترتيب أنشطة المشروع وتسلسل إنجازها في الواقع العملي .

ومما تقدم أتضح لنا أن الأنشطة يمكن أن يعبر عنها كما يلي:

1- الأنشــطة على العقد AON ، ويمكن أن تكون العقد في هذه الحالة هــو عــبارة عــن مــربعات أو صــناديق ، أي أن هــذه الحالــة هي : (Activity in the Box Format) .

2- الأنشــطة علــى الأسهم AOA ، حيث يمكن أن تكون الأنشطة هنا هــي الأســهم أمــا العقــد فهــي دوائــر ، أي أن هــذه الحالــة هــي : (Activity On-The Arrow Format) .

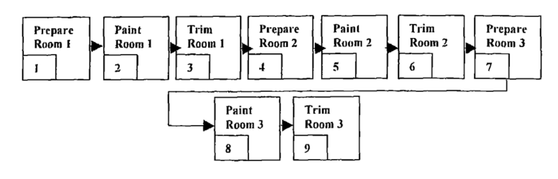
وسواء كانت الأنشطة من النوع الأول أو الثاني أعلاه ، فإن تصميم شبكات العمل يمكن أن يكون وفق صيغ عديدة يتم اختيار البعض منها (مع اعتماد احد الأمــثلة المستمدة من الواقع العملي والمتعلقة بطلاء ثلاثة غرف) ، وذلك كما يلي:

1- التصــميم المتسلســل لعملــية إنجــاز الأنشــطة Activity Performed Serially

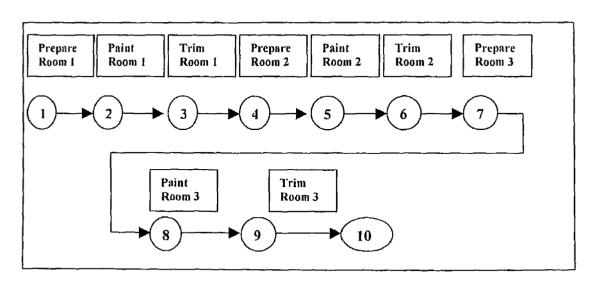
حيث بموجب هذا التصميم تنجز أنشطة المشروع الواحد تلو الأخر وفق تسلسل منظم كما هو واضح في الشكل (4-7/أ) والشكل (4-7/ب) الذي يعبر عن عملية الطلاء للغرف الثلاث المشار إليها أعلاه.

الشكل (4-7/أ) التصميم المتسلسل لإنجاز الانشطة (AON)

FIGURE 5.4 Activities Performed Serially



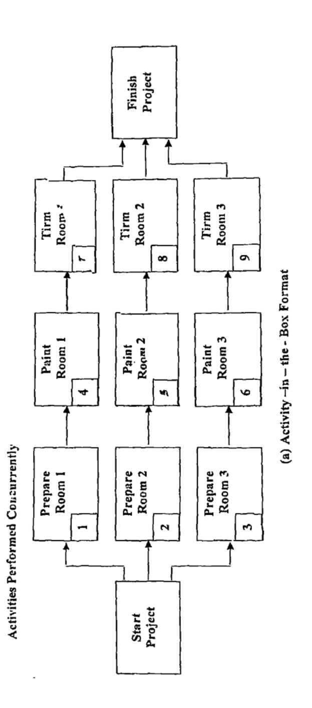
الشكل (4-7 /ب) التصميم المتسلسل لإنجاز الأنشطة (AOA)



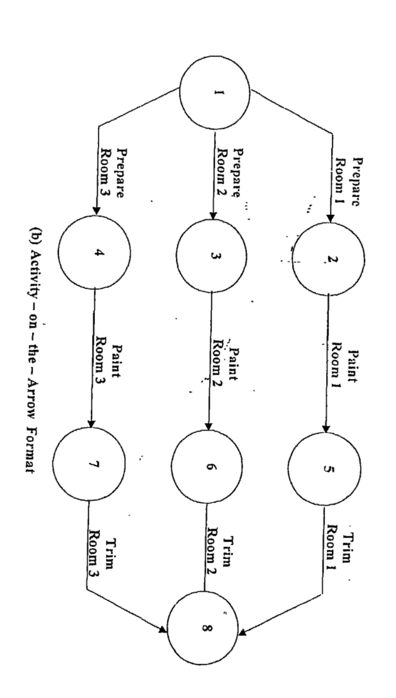
(b) Activity-on-the-Arrow Format

2- التصميم التوافقي لعملية إنجاز الأنشطة
Activity Performed Concurrently

بموجب هذا الاسلوب يتم إنجاز الأنشطة بشكل توافقي أو متوازي ، وهو الشـكل الذي يعبر بشكل واضح عن شبكات العمل، حيث أن هنالك نقطة بداية ونهايـة للمخطط المذكور، والشكل (4-8/أ) يعبر عن حالة رسم المخطط على أسـاس AON، أما الشكل (4-8/ب) فهو يعبر عن حالة رسم المخطط على أساس AOA .

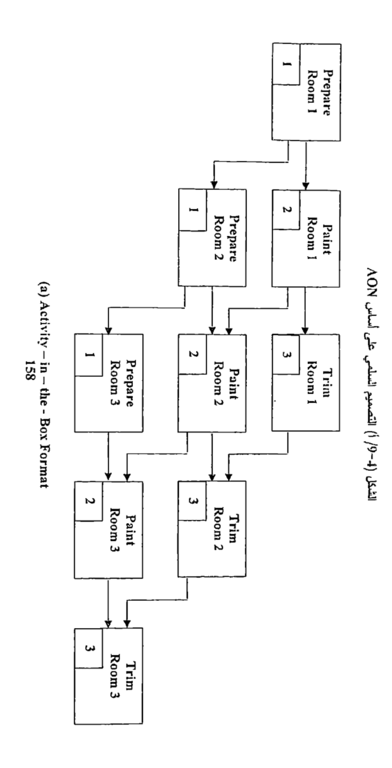


شكل (4–8/أ) التصميم التوافقي على اساس AON

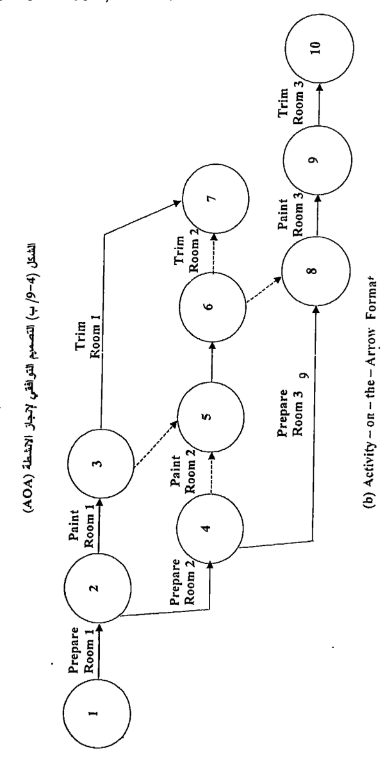


شكل (4–8/ب) التصميم التوافقي لإنجاز الانشطة (AOA)

3- التصميم السلمي لشبكات العمل **Laddering** وبالتالي إنجاز شبكات العمل وذلك سواء كانت الأنشطة مصممة في هذه الحالة على أساس **AON** أو على أساس **AOA** كما هو واضح من الأشكال (4-9/أ) و(4-9/ب).



شكل (4–9/أ) التصميم السلمي على أساس AON



شكل (4-9/ب) التصميم التوافقي لإنجاز الانشطة (AOA)

4 – 3 مراحل تنفيذ المشروع على أساس شبكات العمل

إن المشاريع والبرامج الإنتاجية والخدمية لا تظهر بشكل مفاجئ، بل لا بـد مـن التحضـير لها وجدولتها والرقابة عليها أو مراجعتها، ويتفق معظم المهتميـن بهكذا نوع من المشاكل إلى تقسيم مراحل تنفيذ المشروع إلى ثلاثة مراحل متسلسلة، وهي:

أولا: مرحلة التخطيط Planning Stage

فـي هذه المرحلة يتم تحديد أهداف المشروع وتحديد مصادره الكلية ، وكذلك يتم تقسيمه إلى أنشطة متسلسلة ومحددة مع بيان الوقت اللازم لتنفيذه. وفـي هـذه المـرحلة أيضا يتم التعبير عن المشروع من خلال مخطط شبكي يوضـح علاقات التتابع والأسبقية بالشكل الذي يستوعب كافة مهام المشروع وجوانـبه المخـتلفة، ويذهب المتخصصين في العلوم الإدارية والهندسية إلى تشـخيص هـذه المـرحلة باعتـبارها الأصعب، لأنها تتعلق بتقدير احتياجات المشروع من الأفراد والمواد والآلات وكذلك لأنها تتعلق بتقسيم المشروع إلى أنشطة متباينة مع تحديد أوقاتها المتوقعة أو الاحتمالية وعلاقات الأسبقية فيما بينها.

ثانيا: مرحلة الجدولة Scheduling Stage

فـي هذه المرحلة يتم إعداد جداول زمنية تفصيلية توضح بداية ونهاية كـل نشـاط مع تحديد التعاقب الأفضل بين الأنشطة في كل مرحلة من مراحل المشـروع مـع تحديد مسؤولية الأقسام أو الأفراد الموكلة إليهم عملية إنجاز هذه المراحل، ويتم في هذه المرحلة أيضا تحديد الأنشطة الحرجة التي يجب أن تعطـى اهـتماما كبيرا من قبل متخذ القرار في إدارة المشروع من اجل تنفيذ

المشــروع في موعده المحدد، وكذلك ينبغي أيضا تحديد الأنشطة غير الحرجة للاســتفادة مــن أوقاتهــا الفــائض في عملية الجدولة والمناورة في استغلال الموارد.

<u>ثالثا:</u> مرحلة المراجعة أو الرقابة **Controlling Stage**

فــي هــذه المــرحلة يتم التركيز على مراجعة مقدار الوقت المصروف وكذلك الانفاقات المادية المتحققة وما هو معروض من الكلف ومقاييس الأداء الفعلــي ومقارنــته مع ما هو مخطط طبقاً للأرقام القياسية واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة وإعداد التقارير وما يسمى بحساب الذرعات وذلك من اجل توضــيح ما تم تنفيذه بالقياس إلى ما هو مطلوب وبيان المراحل المتبقية غير المــنجزة مــن المشــروع مع إجراء التعديلات الملائمة من الوصول اجل إلى افضل إنجاز للمشروع.

مــن اجل توضيح فكرة تنفيذ المشروع وفق المراحل المشار إليها أعلاه لا بــد فــي البداية من عرض للطرق التي بموجبها يتم تطبيق أساليب شبكات العمل وبالتحديد أسلوب المسار الحرج **C.P.M**.

4-4 أسلوب المسار الحرج Critical Path Method (C.P.M)

يعتبر هذا الأسلوب من أهم أساليب شبكات العمل التي تستخدم في إدارة المشــاريع المخــتلفة، الإنتاجية منها والخدمية على حد سواء، وقد طور هذا الأسلوب بشكل متناسق مع أسلوب **(PERT)** في الخمسينات من هذا القرن، وكــان ظهــور هــذا الأسلوب عام **(1957)** كأداة تم تطويرها من قبل كل من **(J.E.Kelly) And (M.R.Walker)** للمساعدة في بناء وصيانة المصانع الكــيماوية في شركة **(Dupont)** ويستخدم أسلوب المسار الحرج **(C.P.M)**

لأغراض التخطيط والجدولة والرقابة في المشاريع المتوسطة والكبيرة وكذلك مـــن اجل التعرف على الموعد النهائي للإنجاز، ومن هذه المشاريع على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

1- بحث وتطوير العمليات الإنتاجية وبالذات لطرح منتجات جديدة.

2- إنشاء المصانع المعقدة والأبنية المرتبطة بها والطرق السريعة وغير ذلك من المشاريع الإنشائية.

3- صيانة الآلات الكبيرة والمعقدة.

4- تصميم وتركيب النظم الجديدة الإنتاجية منها والخدمية.

بالإضـــافة إلـــى ما تقدم يعرض المتخصصين في مجال بحوث العمليات الكثير من المشكلات التي تم صياغتها بنماذج ملائمة وتم معالجتها وفق صيغ ونمـــاذج شـــبكات العمل، ونذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلي من المشكلات المستمدة من الواقع العملي :

أولا : تصـــميم شـــبكة أعمـــال خاصة بنقل الغاز الطبيعي بواسطة أنابيب من المنابع إلى نقطة التسليم، وكان الهدف من النموذج هو تقليل كلفة بناء خط الأنابيب.

ثانيا : تحديد أقصر طريق بين مدينتين.

ثالـــثا : تحديـــد الطاقـــة العظمى(بالأطنان لكل سنة) لخط أنابيب تدفق الوقود والسوائل عبر أنابيب مصممة خصيصا لذلك.

رابعـــا : تحديـــد أقل التكاليف لانسياب النفط المنقول من حقوله إلى المصافي بواسطة شبكة خط الأنابيب.

خامساً : تحديد الوقت المجدول(البداية وتواريخ الإنجاز) لنشاطات المشاريع الإنشائية بشكل عام.

إن أسلوب المسار الحرج الذي تم تطويره كما ذكرنا من قبل شركة **(Dupont)** وشركة **(Remington-Rand)** لا يستخدم الاحتمالات في تقدير الزمن المتوقع لكل نشاط وقد استخدم هذا الأسلوب في المشاريع الصناعية ذات الحالات المتكررة والتي يمكن من خلالها تقدير الوقت بدقة معقولة كما حدث في استخدامه في صناعة الكيماويات في شركة **(DuPont)** والمشاريع ذات الصيانة المتكررة والدورية.

وفي الوقت الحاضر فإن أسلوب المسار الحرج **(C.P.M)** يشترك بشكل نموذجي مع أنظمة رقابة كلفة المشاريع الأخرى كالخرائط الرقابية؛ إذ أن هذه الخرائط ذات رقابة كلية **(Macro Control)** تشترك مع أسلوب **(CPM)** ذي الرقابة الجزئية **(Micro Control)** لتزويد الإدارة بمعلومات وتفاصيل دقيقة في المجال الرقابي، وهناك خطوات في تحليل أسلوب المسار الحرج نذكرها على النحو التالي :

أ- رسم شبكة أسلوب المسار الحرج المتضمنة النشاطات المكونة للمشروع.

ب- تحليل المسارات وتحديد المسار الحرج الذي يمثل أطول مسار في الشبكة، وتحديد الزمن المتوقع لإنجاز المشروع.

ج- حساب البداية المبكرة لكل نشاط **ETi**.

د-حساب النهاية المبكرة لكل نشاط **ETj**.

و- حساب البداية المتأخرة LTi والنهاية المتأخرة LTj لكل نشاط من أنشطة المشروع .

هـ- حساب الزمن الفائض لكل نشاط (Slack).

إن الخطوات السابقة في عمليات تحليل المسار الحرج يمكن توضيحها من خلال مجموعة من المسميات والتعاريف وهي كما يلي:

i ⟵ رقم لحدث البداية

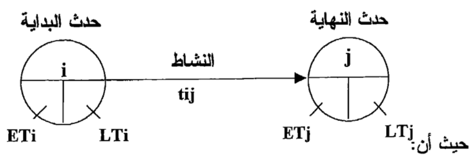
j ⟵ رقم لحدث النهاية

tij ⟵ وقت استغراق النشاط الواقع بين الحدث (i) والحدث (j)

ET ⟵ الوقت المبكر Early Time.

LT ⟵ الوقت المتأخر Later Time.

إن هذه التعاريف والمسميات يمكن توضيحها على أساس الشكل التالي الذي يعبر عن هيكل نشاط افتراضي يظهر فيه مواقع الأزمنة في كل من حدث البداية (i) وجدث النهاية (j):



حيث أن:

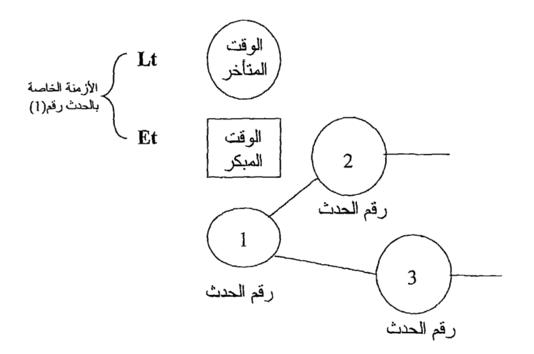
ETi الوقت المبكر لوقوع حدث البداية (i).

LTi الوقت المتأخر لوقوع حدث البداية (i).

ETj الوقت المبكر لوقوع حدث النهاية (j).

LTj الوقت المتأخر لوقوع حدث النهاية (j).

ومن الجدير بالذكر هنا أن مواقع الأزمنة المبكرة والمتأخرة على كل من حدث البداية وحدث النهاية يمكن أن تكتب خارج هذه الأحداث، أي أن:



إن هـــذه الافتراضـــات والتســميات يتم توظيفها في الحسابات الخاصة بحساب الأوقات المبكرة والمتأخرة والمسار الحرج كما سيرد أدناه.

4-4-1 الحسابات الكمية اللازمة لتطبيق أسلوب المسار الحرج (C.P.M)

تتضمن الحسابات الكمية لتطبيق أسلوب الحرج (C.P.M) نوعين من الحسابات وهي كما يأتي:

أولا – الحسابات الأمامية **Forward Computations**

وهـــذا الـــنوع مـــن الحسابات يجري لأيجاد الأوقات المبكرة، وتبدأ هذه الحســـابات عـــادة مـــن الحدث الأول في الشبكة وتتدرج بشكل متسلسل لغاية الحدث الأخير في الشبكة وتبدأ بالتحديد من العلاقة الرياضية الآتية :

$$(Et_i = Lt_i = 0)$$

ويستخدم هنا نوعان من العلاقات الرياضية:

1- إذا كـــان يرتـــبط بـــالحدث (j) نشاط واحد فقط لا غير، فالعلاقة الرياضية المستخدمة هي:

$$(Et_j = Et_i + t_{ij}) \qquad (1)$$

2- إذا كـــان يرتـــبط بـــالحدث (j) أكـــثر مـــن نشاط واحد فالعلاقة الرياضية المستخدمة هي:

$$Et_j = Max\begin{bmatrix} Et_i + t_{ij} \\ Et_i + t_{ij} \\ . \\ . \\ . \end{bmatrix} \qquad (2)$$

أي تـــأخذ الرقم الأكبر من مجموع $(Et_i + t_{ij})$ الموجود داخل المصفوفة ليكون البداية المبكرة للحدث (j).

ثانيا ــ الحسابات الخلفية[1] (Back ward Computations)

تــنفذ هــذه الحسابات لغرض حساب الأوقات المتأخرة، وتبدأ من حيث تنتهــي الحســابات الأمامية، أي بعبارة أدق تبدأ من الحدث الأخير في الشبكة وتنزل بشكل تراجعي إلى الحدث الأول، أي بالتحديد تبدأ من العلاقة الرياضية التالية :

$$(ET_j = LT_j)$$

حيــث أن (j) الحــدث الأخــير في الشبكة ويستخدم في هذا النوع من الحسابات العلاقات الرياضية الآتية:

1-إذا كان يرتبط بالحدث (i) نشاط واحد فقط فإن:

$$(LT_i = LT_j - t_{ij}) \quad (1)$$

2-إذا كــان يرتــبط بــالحدث (i) أكثر من نشاط واحد، فإن العلاقة الرياضية المستخدمة هي:

$$LT_i = Min\begin{bmatrix} LT_j - t_{ij} \\ LTj - t_{ij} \\ . \\ . \\ . \end{bmatrix} \quad (2)$$

(1) يذهــب بعــض الباحثين إلى استخدام أساليب أخرى لحساب الأوقات المبكرة والمتأخرة لا تقل أهمية عن الطرق المذكورة أعلاه، إلا إنها تعتمد على تقنية الجدولة أو المصفوفات في حساب الأوقات المذكورة، لمزيد من التفاصيل راجع:

العبيدي، محمود بدر إدارة المشاريع في منظمات الأعمال- محاضرات مطبوعة القيت على العلوم الإدارية/ كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية- جامعة فيلاليفيا / الأردن 2004 وسوف يرد توضيح وتطبيق لذلك لاحقا.

مـــن العلاقة الرياضية السابقة يتم اختيار الرقم الأصغر من حاصل طرح (LT_j-t_{ij}) الموجـــود داخل المصفوفة والذي يعبر عن البداية المتأخرة للحدث (i).

ملاحظة رقم (1):

في الحسابات الأمامية ولغرض تحديد عدد الأنشطة المرتبطة بالحدث (j) يؤخذ بنظر الاعتبار رأس السهم، أما في الحسابات الخلفية ولغرض تحديد عدد الأنشطة المرتبطة بالحدث (i) فإنه يؤخذ بنظر الاعتبار قاعدة السهم.

ملاحظة رقم (2):

يمكن أن يظهر في عملية حساب النشاطات الحرجة أكثر من مسار حرج واحد، إلا أنه يؤخذ بنظر الاعتبار أطول المسارات أو بعبارة أخرى يؤخذ بنظر الاعتـــبار ذلك المسار الحرج الذي يكون فيه الوقت مساويا لما هو موجود في الحدث الأخير في المخطط الشبكي من أزمنة.

ومن أجل توضيح فكرة تطبيق المسار الحرج نأخذ أحد الأمثلة وذلك كما يلي:

مثال رقم (1):

إحـــدى المنشـــآت الصناعية قررت إقامة مشروع صناعي ضمن حدود المنشأة الحالية، وبعد إجراء عدد من الدراسات والتحليلات لمكونات المشروع تم تحديد البيانات التالية:

جدول رقم (4-2) بيانات المشكلة

التفاصيل	activityالنشاط	events الأحداث	time الوقت
Excavating	a	(1-2)	5 Week
Foundation	b	(2-3)	2 Week
outside plumbing	c	(2-5)	6 Week
Framing	d	(3-4)	12 Week
Inside Plumbin	e	(4-5)	10 Week
Wiring	f	(4-8)	Week
Roofin	g	(4-6)	5Week
Brick work	h	(3-7)	9Week
Dummy	o	(6-7)	0 Week
Plumbing inspection	i	(5-8)	1 Week
Shingling	j	(6-8)	2 Week
Walls	k	(8-10)	3 Week
Interior Finishing	l	(10-11)	9 Week
Exterior finishing	m	(7-9)	7 Week
Land scaping	n	(9-11)	8 Week

المطلوب:

1- رسم المخطط الشبكي الذي يعبر عن هذه المشروع.

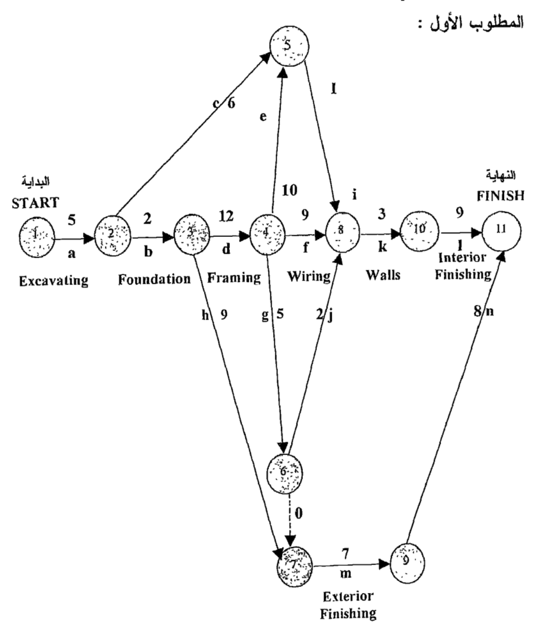
2- حساب ET ، LT ، C.P.M بأسلوب العلاقات الرياضية.

3- حساب ET، LT وتحديد الأنشطة الحرجة بأسلوب الجدولة.

الحل:

فـــي البداية يتم رسم المخطط الشبكي على أساس البيانات الواردة في الجدول أعلاه وذلك كما يلي :

المطلوب الأول :



المخطط الشبكي للمشروع

المطلوب الثاني :

حساب الأزمنة المبكرة ET والمتأخرة LT ومن ثم المسار الحرج C.P.M وذلك على النحو التالي:

أولا: الحسابات الأمامية Forward Computation

بموجب هذه الحسابات يتم حساب الأزمنة المبكرة، وذلك كما يلي:

$ET_1 = LT_1 = 0$

$ET_2 = ET_1 + t_{12} = 0\ 5 = 5$

$ET_3 = ET2 + t23$
$= 5 + 2 = 7$

$ET_4 = ET_3 + t_{34}$
$= 7 + 12 = 19$

$ET_5 = Max \begin{vmatrix} ET_2 + t_{25} \\ ET_4 + t_{45} \end{vmatrix}$

$ET_5 = Max \begin{vmatrix} 5 + 6 = 11 \\ 9 + 10 = 29 \end{vmatrix}$

$ET_5 = 29$

$ET_6 = ET_4 + t_{64}$
$= 19 + 5 = 24$

$ET_7 = Max \begin{vmatrix} ET_6 + t_{67} \\ ET_3 + t_{37} \end{vmatrix}$

$ET_7 = Max \begin{vmatrix} 24 + 0 = 24 \\ 7 + 9 = 16 \end{vmatrix}$

$ET_7 = 24$

$ET8 = Max \begin{vmatrix} ET4 + t_{48} \\ ET5 + t_{58} \\ ET6 + t_{68} \end{vmatrix} \Longrightarrow = Max \begin{vmatrix} 19 + 9 = 28 \\ 29 + 1 = 30 \\ 24 + 2 = 26 \end{vmatrix} = 30$

$ET_9 = ET_7 + t_{79} = 24 + 7 = 31$

$ET^{10} = ET_8 + t_{108} = 30 + 3 = 33$

$ET_{11} = \Big| = Max \begin{vmatrix} ET_{10} + t_{1011} \\ ET_9 + T_{911} \end{vmatrix} = Max \begin{vmatrix} 33+9=42 \\ 3 + 8 = 39 \end{vmatrix} 42 \Big|$

ثانيا: الحسابات الخلفية Backward Computation

بموجــب هذه الحسابات يتم حساب الازمنة المتأخرة، وتبدأ حيث انتهت الحسابات الامامية، أي أن :

$$ET_{11} = LT_{11} = 42$$

$$LT_{10} = LT_{11} - t_{1011} = 42 - 9 = 33$$

$$LT_9 = LT_{11} - t_{911} = 42 - 8 = 34$$

$$LT_8 = LT_{10} - t_{810} = 33 - 3 = 30$$

$$LT_7 = LT_9 - t_{79} = 34 - 7 = 27$$

$$LT_6 = LT_7 - t_{67} = 27 - 0 = 27$$

$$LT_5 = LT_8 - t_{58} = 30 - 1 = 29$$

$$LT_4 = \text{Min} \begin{pmatrix} LT_5 - t_{45} \\ LT_8 - t_{48} \\ LT_6 - t_{46} \end{pmatrix}$$

$$LT_4 = \text{Min} \begin{pmatrix} 29-10=19 \\ 30-9=21 \quad = 19 \\ 27-5=22 \end{pmatrix}$$

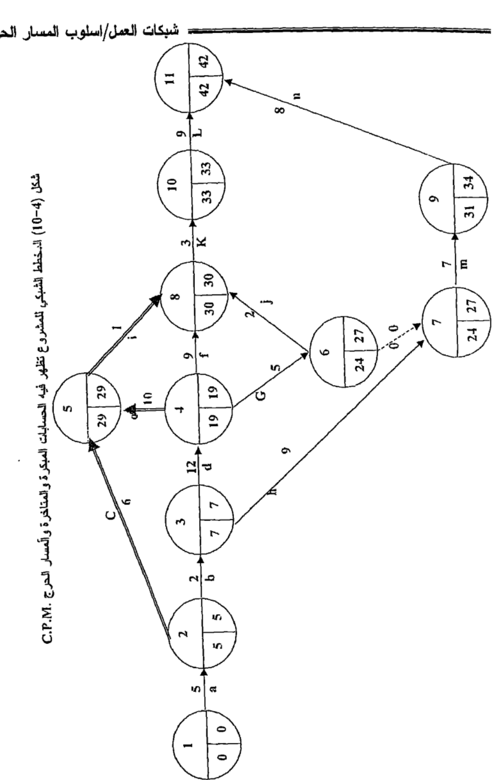
$$LT_3 = \text{Min} \begin{pmatrix} LT_4 - t_{43} \\ LT_7 - t_{37} \end{pmatrix}$$

$$LT_3 = \text{Min} \begin{pmatrix} 19-12=7 \\ 27-9=18 \quad = 7 \end{pmatrix}$$

$$LT_2 = \text{Min} \begin{pmatrix} LT_5 - t_{25} \\ LT_3 - t_{23} \end{pmatrix}$$

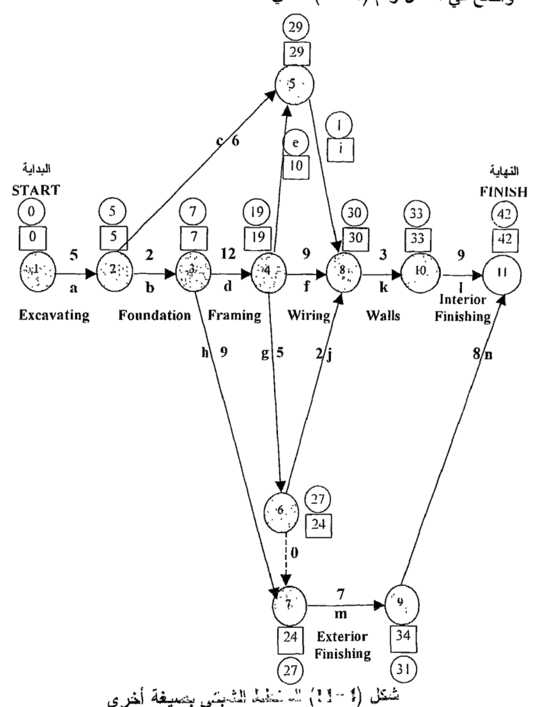
$$LT_2 = \text{Min} \begin{pmatrix} 29-6=23 \\ 7-2=5 \quad =5 \end{pmatrix}$$

نتائج الحسابات الأمامية والخلفية (الحسابات المبكرة والمتأخرة) والمسار الحرج تتضح من خلال الشكل (4-10) .



شكل (4-10) المخطط الشبكي للمشروع تظهر فيه الحسابات المبكرة والمتأخرة والمسار الحرج C.P.M

إن الشــكل السابق (4-10) يمكن أن يعرض بشكل آخر، حيث يتم عرض بــيانات الأزمــنة المبكرة والمتأخرة في دوائر ومربعات فوق الأحداث كما هو واضح في الشكل رقم (4-11) التالي :



شكل (4-11) المخطط الشبكي بصيغة أخرى

ممـــا تقــدم يتضح أن في الشكل رقم (4–10) وكذلك الشكل (4–11) الذي يعــرض كل منهما الحسابات المتعلقة بالأوقات المبكرة ET، والمتأخرة LT، يتضح فيه الأنشطة الحرجة وكذلك المسارات الحرجة وكما يلي:

المسار رقم (1):

A ⟶ b ⟶ d ⟶ f ⟶ k ⟶ l
5 + 2 + 12 + 9 + 3 + 9 ⟶ 40

المسار رقم (2):

A ⟶ c ⟶ I ⟶ k ⟶ l
5 + 6 + 1 + 3 + 9 ⟶ 24

المسار رقم (3):

A ⟶ b ⟶ d ⟶ E ⟶ I ⟶ k ⟶ l
5 + 2 + 12 + 10 + 1 + 3 + 9 ⟶ 42

مما تقدم يتضح أن المسار رقم (3) هو أطول المسارات وهو الذي يعبر عــن المســـار الحــرج المطلــوب **Total Duration** ويمثل أخر مدة زمنية مسموح بها لإنجاز المشروع حيث بعدها يعتبر المشروع متأخراً.

المطلوب الثالث :

أسلوب الجدولة في حل هذه المشكلة يعتمد على عدد من الخطوات وهي:

1– يــتم اســتخراج زمن الابتداء المبكر (ET_i) التي تتمثل في العمود الأول وذلــك بموجــب قواعــد الحسابات الأمامية من أول حدث من الشبكة إلى الحدث، الأخير في نهاية الشبكة، علماً بأن زمن الابتداء المبكر للحدث الأول في الشبكة يساوي صفر وكذلك زمن الإبتداء المتأخر يساوي صفر.

2- يتم استخراج زمن الانتهاء المبكر (ET_j) لكل نشاط وذلك من خلال جمع قيم عمود زمني الابتداء المبكر لكل نشاط مع زمن إنجاز النشاط نفسه (tij).

3- استخراج زمن الانتهاء المتأخر (LT_j) وذلك بتحديد الانتهاء المتأخر لأخر حدث في الشبكة ويكون مساويا لأكبر قيمة انتهاء مبكر في العمود الثاني (عمود زمن الانتهاء المبكر).

4- استخدام قواعد الحسابات الخلفية (حسابات التراجع الخلفي) ويتم استخراج بقية القيم للشبكة.

5- استخراج قيم الابتداء المتأخر (LT_i) وذلك بطرح زمن إنجاز كل نشاط من عمود القيمة الخاصة بزمن الانتهاء المتأخر وحسب كل نشاط.

6- يتم استخراج الأزمنة الفائضة Slack Time/ (ST) وذلك بطرح قيم الانتهاء المبكر من زمن الانتهاء المتأخر أو بطرح قيم الابتداء المبكر من قيم الابتداء المتأخر، وعلى أساس النتائج تحد الأنشطة الحرجة حيث يكون الزمن الفائض لها يساوي (صفر).

ومن أجل توضيح فكرة هذه الطريقة ومطابقتها مع نتائج الطريقة السابقة سوف نعتمد نفس البيانات المثال رقم (1) في تصميم الجدول الخاص بعملية الحل وذلك كما يلي:

الأنشطة Activity	زمن النشاط Activity time	الأزمنة المبكرة		الأزمة المتأخرة		الوقت الفائض slack time
		البداية المبكرة ETi	النهاية المبكرة ETj	النهاية المتأخرة LTj	البداية المتأخرة LTi	
A	5	0	5	5	0	0
B	2	5	7	7	5	0
C	6	5	11	29	23	18
D	12	7	19	19	7	0
E	10	19	29	29	19	0
F	9	19	28	30	21	2
G	5	19	24	27	22	3
H	9	7	16	27	18	11
Dummy	0	24	24	27	27	0
I	I	29	30	30	29	0
J	2	24	26	30	28	4
K	3	30	33	33	30	0
L	9	33	42	42	33	0
M	7	24	31	34	27	3
N	8	31	39	42	34	3

نلاحـــظ في الجدول إن زمن إنجاز المشروع هو (42)، أسبوع ويماثل القـــيمة التـــي تم استخراجها بطريقة المعادلات، وهي تساوي مجموع أزمنة الأنشطة الحرجة والمتمثلة بالأنشطة

A→ b → d → e → I→ K→ L = 42

أسئلة نظرية حول الفصل الرابع

س1 : ما هو مفهوم شبكات العمل ؟

س2 : ما هي استخدامات شبكات العمل في الواقع العملي ؟

س3 : ما هو المقصود بالنشاط الوهمي **Dummy Activity** ؟

س4 : تكلم عن أشكال وصيغ تصميم شبكات العمل ؟

س5 : ما هي مراحل تنفيذ المشروع على أساس شبكات العمل ؟

س6 : أكتب العلاقات الرياضية لكل من:

1-Forward computation
2-Backward computation

س7 : ما هو المقصود بالمسار الحرج ؟

س8 : ما الذي يميز الأنشطة الحرجة عن غيرها من الأنشطة في المشروع ؟

س9 : ما أهمية المسار الحرج لوقت إنجاز المشروع النهائي ؟

س10: هل يمكن أن يكون في شبكة المشروع أكثر من مسار حرج واحد؟ أوضح ذلك ؟

تطبيقات مختلفة على اسلوب (C.P.M)

مشكلة رقم (1) **Problem no.1**

توفــرت لديك البيانات التالية التي تتعلق بأحد المشاريع يتكون في 1,5 أحداث و 14 نشاط:

الأحداث i-j	الرقت tij	الأحداث i-j	الوقت tij
1-2	6	4-6	8
1-3	10	5-6	7
2-3	6	5-7	8
2-5	12	6-7	6
3-4	5	7-8	7
4-5	8		

المطلوب:

تحديد المسار الحرج C.P.M.

النتائج النهائية :

المسار الحرج هو40 = C.P.M

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$

Problem no.2 مشكلة رقم (2)

مشـــروع يــتكون من 18 عملية أو نشاط، وإن المجموع الكلي للأزمنة لإنجـــاز المشروع هو 200 ساعة، البيانات المتعلقة بهذا المشروع ه كما في الجدول التالي:

الأنشطة i-j	الوقت فـij	الأنشطة i-j	الوقت tij
1−2	5	3−8	9
1−3	10	4−8	7
1−4	3	5−6	9
1−5	12	5−7	12
2−5	10	6−10	20
2−6	23	7−9	13
3−4	5	7−10	18
3−5	3	8−9	15
3−7	16	9−10	10

المطلوب:

1- بناء المخطط الشبكي للمشروع.

2- في أي وقت ممكن أن ينجز المشروع لو تم وضع أمثل للوقت.

3- مـــا هـــي الأنشطة التي لـها تأثير مهم على تحديد أقل وقت ممكن لإنجاز المشروع.

النتـائج النـهائيـة:

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 10$

C.P.M = 50

مشكلة رقم 3 — Problem no. 3

الجدول التالي يتضمن بيانات تتعلق بأحد المشاريع :

الوقت tij	الأنشطة i-j	الوقت tij	الأنشطة i-j
19	6-11	25	1-2
20	907	30	1-3
30	7-10	50	1-7
20	8-11	13	2-4
20	9-12	12	2-5
40	10-14	19	3-6
6	11-14	18	3-8
10	12-13	6	4-5
80	12-15	8	4-12
12	13-14	15	5-9
50	14-15	6	6-7
		27	6-10

المطلوب:

تحديـــد المسار الحرج والوقت النهائي لتنفيذ المشروع، وما هو التأثير الذي سيطرأ على هذه المدة فيما لو:

1- تم زيادة وقت إنجاز النشاط (13-12) بمقدار 10 أيام .

2- تأخير إنجاز النشاط (7-1) بمقدار 7 أيام.

3- ضغط وقت إنجاز النشاط (15- 12) بمقدار 15 يوم.

4- ضغط وقت إنجاز النشاط (15-7) بمقدار 10 أيام.

النتائج النهائية:

المسار الحرج هو :

$1 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 15$

وكذلك $1 \rightarrow 3 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 14 \rightarrow 15$

حيث أن : C.P.M =175

الجواب للنقطة1 :

لا يؤثر ذلك لأن النشاط له 8 أيام احتياطية.

الجواب للنقطة 2 :

يؤدي إلى نأخذ 2 بمقدار يومين ويصبح المسار الحرج كما يلي:

$1 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 14 \rightarrow 15$ و $1 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 15$

الجواب للنقطة 3 :

يبقى مسار حرج واحد وهو: $1 \rightarrow 3 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 14 \rightarrow 15$

الجواب للنقطة 4 :

يبقى مسار حرج واحد وهو: $1 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 15$

مشكلة رقم (4) **Problem no .4**

توفرت لديك البيانات الواردة في الجدول التالي:

النشاط السابق	النشاط	الزمن
–	a	5
–	b	7
–	c	4
A	d	2
C	e	8
B,d,e	f	3
F	g	2
F	h	5
F	i	6
G	j	4
H	k	3
I	l	1

المطلوب:

1- تصميم المخطط الشبكي للمشروع.

2- تحديــد المســار الحرج باستخدام التحليل الزمني مبنيا وقت البدء المبكر والمتأخر والنهاية المبكرة والمتأخرة.

3- تحديــد الوقت الفائض لكل نشاط مع بيان الوقت المتوقع لإنجاز المشروع مع تحديد المسار الحرج.

النتائج النهائية هي:

1-المسار الحرج هو:

C → e → f→ h → k

4- الوقت المتوقع لإنجاز المشروع يوم 23 = C.P.M

مشكلة رقم 5 problem no .5

ارســم المخطط الشبكي للمشروع الذي يقع بين النشاط (a) النشاط (v) وقد علمت ما يلي:

1- النشــاط a يســبق الأنشطة الثلاث b,c,d وكذلك e التي يمكن البدء بها بشكل متساوي.

2- النشاط f يمكن أن يبدأ بعد الانتهاء من النشاط b.

3- النشاط g وكذلك h يمكن أن تبدأ بعد الانتهاء من الأنشطة c وكذلك f.

4- بعد الانتهاء من النشاط eيمكن أن تبدأ الأنشطة i و j .

5- النشاط k يأتي قبل الأنشطة d ,g وكذلكi .

6- النشاط L يمكن أن يبدأ بعد الانتهاء من الأنشطة i, b , g وكذلك j .

7- قبل البدء بالنشاط v ينبغي الانتهاء من الأنشطة h وكذلك k.

8- وقت إنجاز الأنشطة على التوالي هي:

يوم (12 , 10 , 4, 8 , 19 , 4 , 9 , 13 , 18 , 10 , 2 , 15 ,5)

المطلوب:

1- رسم المخطط الشبكي وتحديد المسار الحرج.

2- هل يمكن تقليص الفترة النهائية فيما لو:

أ- تم تقليص وقت إنجاز النشاط i بمقدار 5 أيام.

ب- تم تقليص وقت إنجاز النشاط v بمقدار 8 أيام.

النتائج النهائية:

المسار الحرج هو: يوم 58 = C.P.M

أما المسار الحرج فهو كما يلي:

A → b→ f → g → k → v
A → e → I →k → v

المشكلة رقم 6: **Problem no.6**

المشروع p مطلوب تنفيذه في الفترة القادمة وقد توفرت عنه البيانات التالية:

الأنشطة	الأنشطة السابقة	الوقت
A	–	5
B	A	3
C	A	7
D	B	5
E	B	10
F	B	10
G	C,d	12
H	C,d	10
I	F,g	5
J	F,g	6
K	F,g,h	8
L	E,I	3
L	H,g,f	3
M	F	3
n	J,k,l,l	7

المطلوب:

رسم المخطط الشبكي للمشروع وتحديد المسار الحرج:

1-أي من الأنشطة لها احتياطي اكبر.

2- هـل أن تقلـيص النشـاط k بمقـدار 2 يوم سوف يؤثر ذلك على الوقت النهائي والمسار الحرج.

النتائج النهائية:

C.P.M = 41

المسار الحرج هو:

1 → 3 → 7 → 8 → 9 → 10

وهذا يعني المدة (40) يوم مقبولة.

لن يتغير الوقت النهائي عند تنفيذ k وتبقى C.P.M = 41:

ويظهر مسار حرج ثاني وهو:

1→ 3 → 7 → 8 →10

(دراسة حالة) Case Study[1]

أن هـذه الحالـة الدراسـية مستمدة من الواقع العملي لإحدى منظمات الأعمال الإنتاجية وهي المنشآت العامة لإنتاج الألبسة الجاهزة/ معمل الألبسة الرجالـية فـي النجف(العراق) [2] حيث أن المعمل المذكور يعمل على طرح منتجات جديدة، من فترة إلى أخرى، وذلك بالاعتماد على ما هو وارد في خطط الإنتاج، وفي الحالة قيد الدرس ترغب إدارة المعمل طرح بدلة رجالية من نوع معيـن حيـث طـبقا لمفاهيم التسويق والإنتاج الحديثة من المفروض أن يتم دراسـة حاجـة السوق أولا ومن ثم القيام بعدد من الدراسات المتعلقة بأعداد التصـاميم الخاصـة بهذه البدلة، ومن ثم البدء بعملية الإنتاج من خلال قسم التحضـيرات ومن ثم قسم التفصيل وقسم التكنولوجيا لدراسة الوقت والحركة ومـن ثـم القـيام بالإنـتاج الفعلي وأخيرا استلام منتج جاهز في نهاية الخط الإنتاجـي، إن كـل هذه العمليات تقسم إلى أنشطة تفصيلية تحتاج إلى موارد معيـنة للإنجـاز مـع الوقت اللازم وفي الجدول رقم (4-3) يتم توضيح هذه العملـيات والنشـاطات مع الوقت اللازم لذلك محسوبا بالدقائق علما بأن هذا الجـدول معـد وبشـكل أولي لذلك ومن اجل تطبيق أسلوب C.P.M و كذلك أسـلوب PERT، يتطلـب الأمر إعادة ترتيب بيانات الجدول المذكور وتحديد تتابع الأنشطة والأحداث وفق تسلسل منطقي كما سيرد ذلك لاحقا.

وفي البداية تعرض بيانات المشروع الأساسية وذلك كما يلي:

---

(1) سبق الاشارة الى هذه الدراسة في الفصل الأول ضمن المشاريع الإنتاجية .

(2) لا يزال هذا المعمل ينتج الألبسة الرجالية الجاهزة في العراق/ محافظة النجف

جدول رقم (4-3) بيانات المشروع الأساسية

	مراحل ونشاطات المشروع	رمز النشاط	الوقت الاعتيادي للانجاز
7	اتخاذ الإجراءات اللازمة بتحديد مواصفات وطبيعة البدلة	E	120 دقيقة
8	دراسة السوق وتحليل حجم الطلب على البدلة الجديدة.	F	480 دقيقة
9	اختيار الفرضيات الابتدائية المتعلقة بطبيعة البدلة الجديدة	G	240 دقيقة
10	البدء بالحملة الاعلانية عن البدلة الجديدة	H	1440 دقيقة
11	تحليل ودراسة المواد الأولية الداخلة في البدلة الجديدة	I	120 دقيقة
12	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية A.	J	60 دقيقة
13	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية B	K	60 دقيقة
14	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية C	L	60 دقيقة
15	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية D	M	60 دقيقة
16	التعاقد لطلب المواد الأولية الخاصة بالانتاج	N	480 دقيقة
17	تصـحيح وتقويم طلب المواد الاولية في حالة الزيادة أو النقصان	O	240 دقيقة
18	الانتظار لوصول المواد الأولية.	P	960 دقيقة
19	نشاط تنسيقي	Dum .3	0 دقيقة
20	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية A	Q	240 دقيقة
21	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية B	R	240 دقيقة
22	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية C	S	240 دقيقة
23	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية D	T	240 دقيقة

	مراحل ونشاطات المشروع	رمز النشاط	الوقت الاعتيادي للانجاز
24	تصميم تكنولوجيا بالانتاج النهائي.	U	240 دقيقة
25	عملية انتاجية	V	120 دقيقة
26	تصميم تكنولوجيا خاصة بعملية الانتاج	W	120 دقيقة
27	تهيئة ما هو مطلوب من المكائن والمعدات.	X	480 دقيقة
28	بناء Prototype للبدلة الجديدة.	Y	240 دقيقة
29	فحص Proto Type للبدلة الجديدة.	Z	240 دقيقة
30	نشاط تنسيقي.	Dum .4	0 دقيقة
31	فحص المستندات والوثائق المتعلقة بمراحل الانتاج.	AA	60 دقيقة
32	تنفيذ العمليات الرئيسية الخاصة بالمونتاج.	BB	60 دقيقة
33	تحديد حجم السلسلة Series	CC	120 دقيقة
34	نشاط تنسيقي	Dum .5	0 دقيقة
35	ربط المراحل والعمليات الرئيسية.	DD	120 دقيقة
36	تصميم خطة الانتاج	EE	180 دقيقة
37	شرح تفاصيل العمل والانتاج للعاملين	FF	120 دقيقة
38	نشاط تنسيقي	Dum .6	0 دقيقة
39	نشاط تنسيقي	Dum .7	0 دقيقة
40	نشاط تنسيقي	Dum .8	0 دقيقة
41	الانتاج والتسويق	GG	229.22 دقيقة

المطلوب :

تطبـــيق أســلوب المسار الحرج C.P.M بعد أن يتم تصميم المخطط الشبكي للمشــروع مـــع تحديد آخر مده مسموح بها حيث يكون بعدها البدلة الجديدة جاهزة للتسويق .

الحل :

من أجل حل هذه المشكلة يتطلب الأمر في البداية تحديد أسبقيات تتابع الأنشطة الخاصة بالمشروع ، وقد حددت اللجنة الرباعية هذه الأسبقيات وذلك كما في الجدول التالي :

جدول (4-4) أسبقيات وتتابع الأنشطة

التسلسل	رمز النشاط	الحدث	الوقت الإعتيادي
1.	A	1-2	240 دقيقة
2.	B	1-3	240 دقيقة
3.	C	1-4	480 دقيقة
4.	D	2-5	60 دقيقة
5.	Dum. 1	3-5	0 دقيقة
6.	Dum. 2	4-5	0 دقيقة
7.	E	6-5	120 دقيقة
8.	F	5-7	480 دقيقة
9.	G	6-8	240 دقيقة
10	H	5-9	1440 دقيقة
11	I	8-9	120 دقيقة
12.	J	8-10	60 دقيقة
13.	K	8-11	60 دقيقة
14.	L	8-12	60 دقيقة

التسلسل	رمز النشاط	الحدث	الوقت الإعتيادي
.15	M	8-13	60 دقيقة
.16	N	9-14	480 دقيقة
.17	O	14-15	240 دقيقة
.18	P	15-16	960 دقيقة
.19	Dum.3	16-22	0 دقيقة
.20	Q	10-17	240 دقيقة
.21	R	11-17	240 دقيقة
.22	S	12-17	240 دقيقة
.23	T	13-17	240 دقيقة
.24	U	17-18	240 دقيقة
.25	V	17-19	120 دقيقة
.26	W	18-20	120 دقيقة
.27	X	20-21	480 دقيقة
.28	Y	21-22	240 دقيقة
.29	Z	20-23	240 دقيقة
.30	Dum.4	19-20	0 دقيقة
.31	AA	19-24	60 دقيقة
.32	BB	7-25	60 دقيقة
.33	CC	24-26	120 دقيقة
.34	Dum.5	25-26	0 دقيقة
.35	DD	23-27	120 دقيقة
.36	EE	21-28	180 دقيقة
.37	FF	26-29	120 دقيقة
.38	Dum.6	29-30	0 دقيقة
.39	Dum.7	27-30	0 دقيقة
.40	Dum.8	28-30	0 دقيقة
.41	GG	22-30	229.22 دقيقة

علــى ضــوء الجدول (4-4) السابق يتم إعداد كافة الحسابات الزمنية الأمامــية والخلفية بإستخدام العلاقات الرياضية التي سبق الإشارة اليها وذلك في إطار المخطط الشبكي الذي يتم إعداده للمشروع في ضوء البيانات الواردة فــي الجداول السابقة المتضمنة بيانات المشروع ، الشكل رقم (4-12) يمثل المخطــط الشــبكي للمشروع وإن الجدول رقم (4-5) يتضمن كافة الحسابات الزمنــية المــبكرة والمــتأخرة التــي يمكن حسابها يدوياً ولكن للسهولة يتم الإســتعانة بالحاســوب والبرنامج اجاهز $Q.S.B^+$ ونتيجة الحسابات والتحليل يتضح إن آخر وقت مسموح به لإنجاز هذا المشروع الذي بموجبه يتم تسويق البدلة الجديدة هو 3829.22 دقيقة والذي يعادل (8.6) يوم عمل تقريباً كما هو واضح في الشكل التالي الذي يعبر عن المسار الحرج :

1 —C→ 4 —Dum.2→ 5 —H→ 9 —N→ 14 —O→ 15 —P→ 16

--Dum.3--→ 22 —GG→ 30

C.P.M Duration = 3829.219971 minute ≃8.5 day

المسار الحرج لنمزذج تصميم بدلة رجالية وفق أسلوب C.P.M

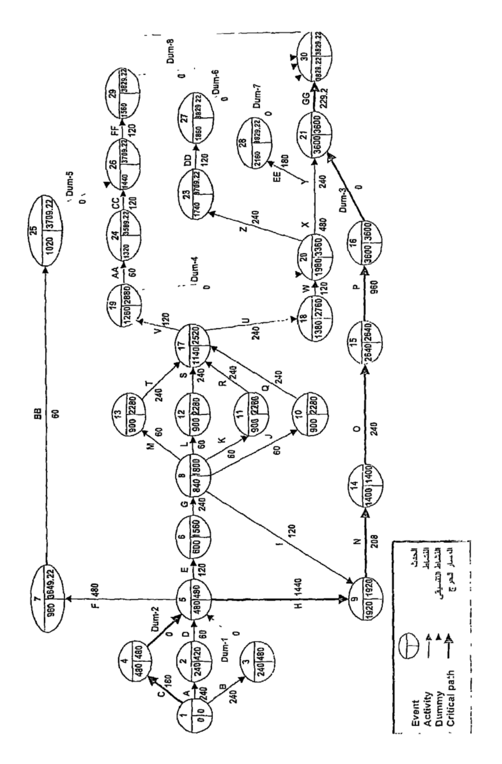
وبالمقارنــة مع الإجراءات والحسابات التقليدية المعتمدة من قبل إدارة المنشأة نجد ان الوقت اللازم لإتمام هذا المشروع هو (14.5) يوم عمل ، لذلك فــإن اللجوء الى إستخدام هذا الأسلوب في تصميم وإنتاج وتسويق المنتجات الجديــدة يوفر لإدارة المنشأة (6) يوم عمل (مع العلم أن عدد ساعات العمل اليومية هي 7.5) .

Slack الوقت الفائض (LS-ES)	Latest متأخرة		earliest مبكرة		الوقت الاعتيادي Normal time	حدث event	رمز النشاط Activity code	وصف النشاط Activity Description
	نهاية finish	بداية start	نهاية finish	بداية start				
180	420	180	240	0	240	1-2	A	تحليل مقترح أو فكرة منتج جديد
240	480	240	240	0	240	1-3	B	عرض وتقديم بيانات بواسطة الحاسوب لمنتجات مشابهة
0	480	0	480	0	280	1-4	C	تحليل أذواق المستهلكين
180	480	420	300	240	60	2-5	D	اتخاذ القرارات المتعلقة بالانتاج
240	480	480	240	240	0	3-5	Dum.1	نشاط تنسيقي
0	480	480	480	480	0	4-5	Dum.2	نشاط تنسيقي
960	1560	1440	600	480	120	6-5	E	اتخاذ الاجراءات اللازمة بتحديد مواصفات وطبيعة المنتوج
2689	3649	3169	960	480	480	5-7	F	دراسة السوق وتحليل حجم الطلب على المنتج الجديد
960	1800	1560	840	600	240	6-8	G	اختبار الفرضيات الهندسية المتعلقة بطبيعة المنتوج
0	1920	480	1920	480	1440	5-9	H	البدء بالحملة الاعلانية عن المنتوج
960	1920	1800	960	840	120	8-9	I	تحليل ودراسة المواد الأولية الداخلة في المنتوج
1380	2280	2220	900	840	60	8-10	J	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية A
1380	2280	2220	900	840	60	8-11	K	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية B
1380	2280	2220	900	840	60	8-12	L	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية C
1380	2280	2220	900	840	60	8-13	M	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعيةD
0	2400	1920	2400	1920	480	9-14	N	التعاقد لطلب المواد الأولية الخاصة بالانتاج
0	2640	2400	2640	2400	240	14-15	O	تصحيح وتقويم طلب المواد الأولية في حالة الزيادة او النقصان
0	3600	2640	3600	2640	960	15-16	P	الانتظار لوصول المواد الاولية
0	3600	3600	3600	3600	0	16-22	Dum.3	نشاط تنسيقي
1380	2520	2280	1140	900	240	10-17	Q	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية A

جدول (4-5)الحسابات الزمنية الخاصة بمشروع طرح المنتج الجديد

وصف النشاط Activity Description	رمز النشاط Activity code	الحدث event	الوقت الاعتيادي Normal time	مبكرة earliest بداية start	نهاية finish	متأخرة Latest بداية start	نهاية finish	الوقت الفائض Slack (LS-ES)
مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية B	R	11-17	240	900	1140	2280	2520	1380
مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية C	S	12-17	240	900	1140	2280	2520	1380
مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية D	T	13-17	240	900	1140	2280	2520	1380
تصميم تكنولوجيا بالانتاج النهائي	U	17-18	240	1140	1380	2520	2760	1380
عملية انتاجية	V	17-19	120	1140	1260	2760	2880	1620
تصميم تكنولوجيا خاصة بعملية الانتاج	W	18-20	120	1380	1500	2760	2880	1380
تهيئة ماهو مطلوب من المكائن والمعدات	X	20-21	480	1500	1980	2880	3360	1380
بناء Prototype للمنتج	Y	21-22	240	1980	2220	3360	3600	1380
فحص Proto Type للمنتج	Z	20-23	240	1500	1740	3469.2	3709.2	1969.2
نشاط تنسيقي	Dum.4	19-20	0	1260	1260	2880	2880	1620
فحص المستندات والوثائق الخاصة بالورقة	A.X	19-24	60	1260	1320	3529.2	3589.2	2263.2
تنفيذ العمليات الرئيسية الخاصة بالمونتاج	BB	7-25	60	960	1020	3649.2	3709.2	2689.2
تحديد حجم السلسلة Series	CÇ	24-26	120	1320	1440	3589.2	3709.2	2269.2
نشاط تنسيقي	Dum.5	25-26	0	1020	1020	3709.2	3829.2	2689.2
ربط المراحل والعمليات الرئيسية	DD	23-2[illegible]	120	1740	1860	3709.2	3829.2	1969.2
تصميم خطة الانتاج للعملية	EE	21-8	180	1980	2160	3649.2	3829.2	1669.2
شرح التفاصيل المتعلقة بالعمل والانتاج للعاملين	FF	26-29	120	1440	1560	3709.2	3829.2	2269.2
نشاط تنسيقي	Dum.6	29-30	0	1860	1860	3829.2	3829.2	1969.2
نشاط تنسيقي	Dum.7	2[illegible]-30	0	2160	2160	3829.2	3829.2	1669.2
نشاط تنسيقي	Dum.8	28-30	0	1560	1560	3829.2	3829.2	2269.2
البدء بعملية الانتاج في قسم الخياطة	GG	22-30	229.22	3600	3829.22	3600	3829.2	0

جدول (4-5)الحسابات الزمنية الخاصة بمشروع طرح المنتج الجديد



شكل(4-13)مخطط شبكي بأسلوب C.P.Mلنموذج مقترح تصميم بدلة رجالية

الفصـــــل الخامس

تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج

أسلوب بيرت *PERT*

قبل الدخول في توضيح فكرة هذا الموضوع لا بد لنا في البداية من الوقوف على مفهوم البرامج وما هو المقصود بذلك بقدر تعلق الأمر بعملية إدارة وتنفيذ المشاريع المختلفة.

5. 1.مفهوم البرامج:

إن البرامج هو جمع برنامج **Program**، ويقصد به المهام أو الأنشطة أو الفعاليات **Activity** المطلوب تنفيذها وفقا لجدول زمني أو مراحل زمنية واضحة ومحددة، والبرنامج هنا يتفق ومفهوم المشروع **Project**، حيث أن هذا المصطلح يرد مرادفا لمصطلح **Program** الوارد أعلاه، ولهذا السبب نجد أن في بعض الأحيان يرد اسم الأسلوب (**PERT**) على النحو التالي:

أما:

.Program Evaluation and Review Technique -

أو:

.Project Evaluation and Review Technique

أي أن الحرف الأول من اسم الأسلوب **PERT** وهو (**P**) يأتي أحيانا ليدل على البرنامج وأحيانا ليدل على المشروع، وفي كلا الحالتين لا بد من توفير الموارد المادية المختلفة وفق جدولة زمنية واضحة لأجل تنفيذ ما هو مطلوب، وهذا يتطلب اللجوء إلى استخدام شبكات العمل **NetWork** الذي هو كفيل بتحقيق الاستخدام الأفضل للموارد المادية والزمن، حيث أن لهما تأثير يتركز في فقرات تكاليف المشروع وإن استخدام شبكات العمل كفيل بخفضها إلى أدنى مستوى ممكن وصولاً نحو حالة الأمثلية.

إن البرامج والمشاريع المهيئة لتطبيق شبكات العمل وبالتحديد أسلوب بيرت PERT تمر بثلاث مراحل (كما ذكرنا سابقا) وهي:

1-مرحلة التخطيط.

2-مرحلة الجدولة.

3-مرحلة المراجعة أو الرقابة.

وفي كافة هذه المراحل الثلاث يؤخذ بنظر الاعتبار الأزمنة الاحتمالية التي هي من أهم مميزات أسلوب بيرت، ويعود السبب في ذلك إلى أن متخذ القرار في إدارة المشروع يأخذ بنظر الاعتبار نوعين من المؤثرات في عملية تنفيذ أنشطة المشروع ، وهي:

1-المؤثرات الخارجية.

2-المؤثرات الداخلية.

5. 2.أسلوب تقييم ومراجعة تنفيذ البرامج (PERT).

إن السبب وراء انبثاق هذا الأسلوب يعود للمشكلة التي واجهت سلاح البحرية الأمريكية عند تطوير مشروع الصواريخ عابرة القارات (Polaris) ، فقد طورت البحرية الأمريكية أسلوبا جديدا يسمح باستخدام الوقت في حالة عدم التأكد اطلق عليه اسم أسلوب تقييم ومراجعة البرامج:

Program Evaluation and Review Technique(PERT).

وقد وظف القائمون على تطوير هذا الأسلوب توزيع إحصائي ذات طبيعة احتمالية يأخذ بنظر الاعتبار ثلاث تقديرات للوقت لكل نشاط بالشكل الذي يستوعب المؤثرات المشار إليها أعلاه، هذه الأوقات هي:

1-الوقـــت التفاؤلي (t_1) **Optimistic time** وهو أقصر وقت يتطلبه النشاط إذا كانـــت جميع المؤثرات الواردة أعلاه تسير في مصلحة تنفيذ المشروع، ويحسب لذلك نسبة احتمالية التحقق قليلة .

2.الوقت التشاؤمي:(t_3) **Pessimistic time**

وهـــو أطـــول وقت يتطلبه النشاط إذا كانت جميع المؤثرات الخارجية منها والداخلية هي ليست في مصلحة للمشروع، واحتمالية حدوثه قليلة أيضا[1].

3-الوقت المحتمل جداً: (t_2) **Most likely time**

وهـــو الوقت الاعتيادي الذي يستغرقه النشاط في ظل المؤثرات الاعتيادية خارجية منها أو داخلية لذلك تكون احتمالية تحققه عالية .

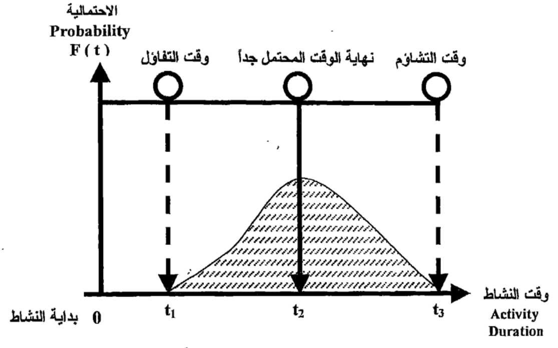
والشكل رقم (5-1)يبين الأوقات التقديرية الثلاثة السابقة وعلاقتها بمنحنى التوزيع الطبيعي أو توزيع بيتا(**Beta distribution**).

ومن واقع التقديرات الخاصة بالأوقات الثلاثة السابقة لتنفيذ أي نشاط فإنه يتم تحديد الوقت المتوقع لتنفيذ ذلك النشاط، وذلك عن طريق المعادلة التالية:

الوقت المتوقع= المتوسط الحسابي المرجح بالأوزان لتقديرات الأوقات الثلاثة

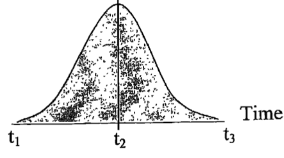
(1) من أجل أن لا يقع منفذ المشروع تحت طائلة المسؤولية نتيجة المؤثرات الخارجية والداخلية ،يضع أرقام زمنية عالية (تشاؤمية)

شكل رقم (5-1) توزيع بيتا (Beta Distribution) الإحصائي



إن الشكل (5-1) يمكن أن يأخذ صيغ مختلفة تبعاً لنوع بيانات النشاط

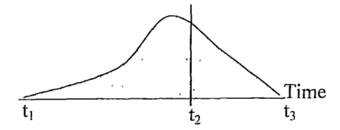
حيث يمكن أن تكون بيانات النشاط ذات صفة تفاؤلية أو تشاؤمية أو بين هذا وذاك. وهي تعبر عن صيغ مختلفة لتوزيع بيتا Beta كما هو واضح في الشكل (5-2).



(a) Symmetrical متماثل

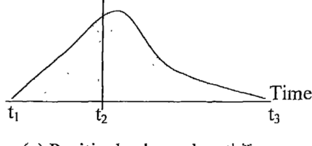
شكل رقم (5-2) توزيع بيانات الأزمنة للأنشطة

في أسلوب بيرت (a، b ، c)



(b) Negatively skewed تفاؤلي

حيث تعرف هذه الحالة بأنها (مائل الى جهة اليسار Skewed to Left) وفيها تكون للأزمنة التفاؤلية الأرجحية على الأزمنة الأخرى .



(c) Positively skewed تشاؤمي

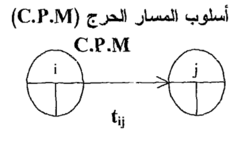
وتعرف هذه الحالة بأنها (مائل الى جهة اليمين Skewed to Right) وفيها تكون للأزمنة التشاؤمية الأرجحية على الأزمنة الأخرى ، وتطرح الكتب الإحصائية هذه المنحنيات تحت عنوان :

Three basic shapes of frequency curves for the Pert modified beta distribution

إن هذه الحالة سوف تضع أمام متخذ القرار ثلاث أزمنة للنشاط بدلاً من زمن واحد كما هو عليه الحال في حالة المسار الحرج(C.P.M).

أي أن :

أسلوب المسار الحرج (C.P.M)



أسلوب PERT

t_1
t_2 } t_{ij}
t_3

مــن أجل معالجة هذه المشكلة وتحديد وقت واحد لغرض إجراء الحسابات الأماميــة والخلفــية وبالتالــي تحديد المسار الحرج، يتم اللجوء إلى أسلوب الأوزان، أي تقديــر وزن معين لكل واحد من الأزمنة الثلاثt_1,t_2,t_3، كما هو واضح في الجدول أدناه:

نوع الوقت	احتمالات الحدوث أو الوزن
(t_3) الزمن المتشائم (.c)	1 وزن
(t_2) الزمن الأكثر احتمالاً (.a)	4 وزن
(t_1) الزمن التفاؤلي (.b)	1 وزن
فيكون مجموع الأوزان	6

على أساس ما تقدم تصبح المعادلة على النحو التالي:

[1](Expected activity time (te) = $\frac{t_1 + 4t_2 + t_3}{6}$

ويمكن إيجاد الانحراف المعياري حسب المعادلة التالية:

---

[1] يمكن ان تكتب كمايلي : $M = \frac{t_1 + 4t_2 + t_3}{6}$ (Mean) المتوسط الحسابي

أو $t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$

$$\text{Standard deviation } \sigma = \frac{t_3 - t_1}{6}$$

ومـــنه نجد التباين، وهو عبارة عن مربع الانحراف المعياري وحسب المعادلة التالية:

$$\text{Variance } (\sigma^2) = \left(\frac{t_3 - t_1}{6}\right)^2$$

ويبين التباين الدلالة على مدى تباعد التقدير التفاؤلي عن التقدير التشاؤمي كمـــا انه يعكس درجة عدم التأكد في تقدير الوقت اللازم لأي نشاط، وكلما كبر تباين النشاط الحرج، كلما قل احتمال الإنجاز لهذا النشاط ضمن الوقت المتوقع لإنجازه [1].

اســتناداً إلـــى ما تقدم يستفاد من التباين (Variance) في معرفة درجة عدم الــتأكد لإنجاز أي نشاط من أنشطة (PERT)، فكلما زاد التباين زادت درجة عدم التأكد (Uncertainty) .

وفـــي أســلوب(PERT) فـــإن الزمـــن المـــتوقع هو الذي سيتم تثبيته على النشاطات، فلو كان الزمن التفاؤلي يساوي ثلاثة أيام والزمن التشاؤمي يساوي خمسة عشر يوما والزمن المحتمل جدا للنشاط يساوي عشرة أيام، فإن الزمن المتوقع للنشاط هو (9.7) أيـــام وهـــو الذي يثبـــت على النشـــاط في أسلوب (PERT) بعد استخراجه وفق المعادلة سابقة الذكر وكما يلي :

$$M = \frac{t_1 + 4t_2 + t_3}{6}$$

$$M = \frac{3 + (4 \times 10) + 15}{6} = 9.7$$ يوم

(1) كلما كبر الانحراف المعياري نسبيا يتضاءل بالمقابل احتمال الإنجاز للنشاط ضمن الوقت المتوقع للإنجاز والعكس صحيح.

إن استخدام أسلوب (PERT) يساعد إدارة المشروع على الوصول إلى الوقت المتوقع للإنجاز النهائي للمشروع وذلك عن طريق المسار الحرج (Critical Path) .

ويمكن بعد ذلك مقارنة هذه المدة مع الزمن المتعاقد عليه في العقد من قبل طرفي المشروع (صاحب العمل المنفذ له) للوصول إلى احتمالية إنجاز هذا المشروع ضمن الزمن المتعاقد عليه، وذلك بحساب قيمة (Z) عن طريق المعادلة التالية

$$Z = \frac{X - M}{S_r}$$

حيث أن:

M ⟵ الوقت المتوقع لإنجاز المشروع

X ⟵ الوقت المقترح لإنجاز المشروع.

Z ⟵ عدد الانحرافات المعيارية لـ(X)عن الوقت المتوقع (M) وتعبر عن قوة الاحتمال .

ومن ثم فإن قيمة (Z) تستخدم لاستخراج نسبة الاحتمال(%) المقابل لها من جدول التوزيع الطبيعي[1]، والذي يمثل نسبة احتمالية إنجاز المشروع ضمن المدة المتعاقد عليها أو اقل من ذلك.

أما بالنسبة لـ (S_r) في المعادلة السابقة فتمثل الجذر التربيعي لمجموع تباينات الأنشطة الواقعة على المسار الحرج، أي أن:

$$S_r = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + \ldots + s_n^2}$$

(1) انظر الملحق .

حيث أن :

$r = 1,2,\ldots,n$

ملاحظة : يمكن ان تكتب هذه العلاقة كمايلي :-

$$S_r = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \ldots + \delta_n^2}$$

وذلك تبعاً للرموز التي اعتمدت للانحراف أو التباين .

5. 3.العلاقة والفرق بين وأسلوب C.P.M/واسلوب PERT.

مما تقدم يتضح أن هنالك علاقة وثيقة بين الأسلوبين وذلك من حيث:

1-عملـية الحسـاب للأزمـنة المبكرة والمتأخرة ضمن ما يسمى بالحسابات الأماميه والخلفية.

2-التمثيل البياني للأنشطة وتوظيف ذلك لأغراض التخطيط والرقابة.

بالإضـافة إلى ما تقدم، فإن كلا الأسلوبين يساعدان في عملية التحليل الشبكي للمشاريع من خلال ما يلي:

1-وضع مخطط بياني لنشاطات المشروع.

2-تقدير طول مدة إنجاز المشروع وكذلك المدة المسموح بها للإنجاز.

3-الإشارة إلى الأنشطة الحرجة في زمن المشروع.

4-الإشـارة إلى المدة التي يمكن أن يتأخرها أي نشاط دون أن يؤثر ذلك على زمن المشروع الكلي.

مــن الناحــية التطبيقــية يمكن تطبيق أي من الأسلوبين في الواقع العملي لأغراض تخطيط وجدولة عملية تنفيذ مشروع معين، إذا توافرت في المشروع كل من الخاصتين التاليتين:

أولا: يجب أن يتكون المشروع من مجموعة محددة من الأنشطة يقبل كل منها التعريف والتحديد الدقيق، وتتميز كل منها عن الأخرى بسهولة.

ثانــيا: علــى الاغلــب يجــب أن تكون الأنشطة منتظمة ومتتابعة، تكون في مجموعها الخطوات المنطقية لتنفيذ المشروع(تحقيق الهدف).

وقد تم تعديل وتوسيع الأسلوبين إلى طريقة جديدة سميت بأسلوب المراجعة والتقيــيم البيانـــي (GERT) وهـــو اختصـــار للمصـــطلح الإنجلـــيزي (Graphical Evaluation and Review Technique) ويقــوم هــذا الأســلوب على عدم افتراض أن جميع الأنشطة تأخذ مكانها ولكن كل نشاط له احتمالية الحدوث في شبكة الأعمال أو التحليل الشبكي، وهذا يتضمن أنه ليست جمــيع الأنشــطة ربمــا يتم إنجازها في التحليل الشبكي، أيضا هناك إمكانية الرجوع إلى الأنشطة السابقة لإجراء التعديلات.

وهناك ست خطوات مشتركة يمكن اتباعها في إطار (PERT and CPM):

1-تحديد المشروع وجميع الأنشطة والمهام الخاصة به.

2-تطوير العلاقة بين الأنشطة، وتقرير أي الأنشطة السابقة واللاحقة.

3-رسم الشبكة الخاصة بهذه الأنشطة.

4-تحديد الوقت والكلفة المقدرة لكل نشاط.

5-حساب وقت المسار الحرج في الشبكة.

6-استخدام الشبكة للمساعدة في الخطة، والجدولة، ورقابة المشروع.

ورغم صيغة الالتقاء والعلاقة الموجودة بين هذين الأسلوبين إلا أن هنالك فروقات واضحة بينهما يمكن إجمالها على النحو التالي:

أولاً: يستخدم (C.P.M) وقتا واحدا محدداً، بينما يستخدم (PERT) ثلاثة أوقات تقديرية ، كما تم ذكره سابقاً.

ثانياً: على الأغلب يستخدم أسلوب(PERT) تمثيل النشاطات على الأسهم على الأغلب بدلا من العقد، بينما يستخدم أسلوب (CPM) العقد بدلا من الأسهم[1].

ثالثاً : يستخدم أسلوب (PERT) في حالة عدم التأكد، بينما أسلوب (CPM) يستخدم في حالة المشاريع الروتينية المتكرره (في صيانة المصانع مثلا).

ويشير (Pilcher) إلى أن أسلوب المسار الحرج (CPM) قد أخذ مصطلحات عديدة مثل : (CPM) جدولة المسار الحرج، و(CPM) تحليل المسار الحرج، أما بالنسبة لأسلوب (PERT) فقد كان يطلق عليه في بدايته " مهمة بحث وتقييم البرنامج **Program Evaluation and Research Task** ثم اصبح يطلق عليه بعد ذلك أسلوب تقييم ومراجعة البرنامج أو البرامج**Program Evaluation and Review Technique**

إن الأسلوبين يقودان إلى تحديد جدولة الوقت، أضف إلى ذلك أن الأسلوبين تم تطويرهما بشكل مستقل، وهما آخذان بالمساواة، ومن الجدير بالذكر هنا أن الطروحات النظرية الحالية للمدخل الكمي لإدارة الأعمال تشير إلى أن

---

(1) لمزيد من التفاصيل راجع :

k. Kukuly " Badania Operacyjne" Pwn-wa, 2001,p.183.

الأسلوبين يشكلان أداة واحدة، والاختلافات- إن وجدت- فإنها اختلافات تاريخية. وفيما يلي مثال يوضح أسلوب (PERT) .

مثال رقم (1):

علـى افـتراض توفر نفس بيانات المثال الوارد في حالة أسلوب C.P.M المتعلق ببناء دار سكني مع بعض التعديلات التي تخص أزمنة الإنجاز، حيث ترد في هذا المثال بشكل احتمالي وهي:

1-زمن الإنجاز التفاؤلي ($OP.\ t_1$).

2-زمن الإنجاز الأكثر احتمالا ($MO.L.t_2$).

3-زمن الإنجاز التشاؤمي($Pess.\ t_3$).

البيانات المرتبطة بهذا المشروع هي كما يلي:

Activity	Events	t_1	t_2	t_3	$M = \frac{t1 + 4t2 + t3}{6}$	$\sigma = \frac{t3 - t1}{6}$
A	(1−2)	3	5	7	5	0.444
B	(2−3)	1	1.5	5	2	0.444
C	(2−5)	4	5	12	6	1.778
D	(3−4)	8	10	24	12	7.111
E	(4−5)	7	10	13	10	1.000
F	(4−8)	5	9.5	11	9	1.000
G	(4−6)	3.5	5	6.5	5	0.250
H	(3−7)	6	8	16	9	2.778
I	(5−8)	1	1	1	1	0
J	(6−8)	1	2	3	2	0.111
K	(8−10)	1.5	3	4.5	3	0.250
L	(10−11)	7	9	11	9	0.444

Activity	Events	t_1	t_2	t_3	$M=\frac{t1+4t2+t3}{6}$	$\sigma=\frac{t3-t1}{6}$
M	(7–9)	6	6.5	10	7	0.444
N	(9–11)	5	7.5	13	8	1.778
O	(6–7)	0	0	0	0	0.000

المطلوب:

1-رسم شبكة بيرت للمشروع وتثبيت البيانات عليه

2-ما هو احتمالية إن ينجز المشروع في (50) يوم

3-ما هو احتمالية إن ينجز المشروع في مدة(40) يوم

4-رسم توزيع Bete لبعض الأنشطة

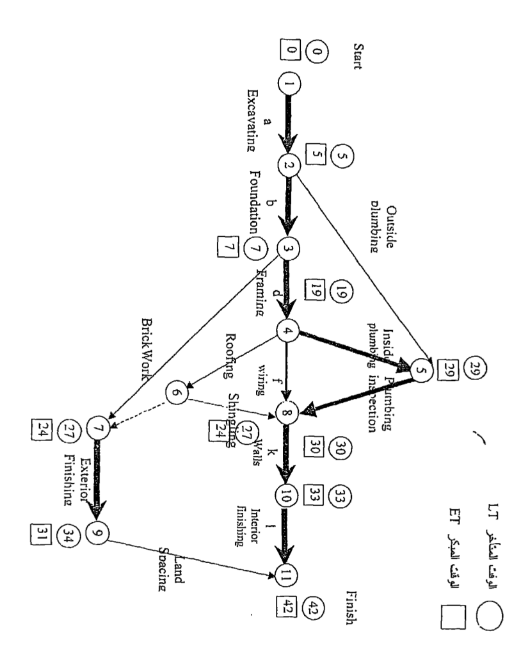
الحل:

في البداية يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع ومن ثم يتم حساب الأزمنة المبكرة والمتأخرة وتحديد المسار الحرج في ضوء البيانات الواردة في جدول بيانات المشكلة السابق . الشكل رقم (5–3) هو المخطط الشبكي المتعلق ببناء دار سكني المقصود في هذه المشكلة ، وفيه يتضح أن آخر مدة مسموح بها لإنجاز المشروع هو (42) يوم . البيانات الزمنية المبكرة والمتأخرة تم إظهارها في الشكل المذكور على النحو التالي :

○ الوقت المتأخر LT

□ الوقت المبكر ET

حيث على أساس هذه البيانات الومتية المبكرة والمتأخرة يتم تحديد المسار الحرج .



شكل (5-3)المخطط الشبكي المتعلق ببناء دار سكني وفيه تتضح الأوقات المبكرة والمتأخرة والمسار الحرج

إن المسار الحرج الذي يتم إستخلاصه في الشكل رقم (5-3) هو كالآتي:

A → B → D → E → I → K → L

9 + 3 + 1 + 10 + 12 + 2 + 5 ⟹ 42 يوم

وعليه فإن : 42 ⟹ M

بعد ذلك يتم حساب الانحراف (δ) وكما يلي:

ولما كان لدينا: $\delta = \frac{t_3 - t_1}{6}$

فإن:

$S_1 : \delta_A = 0.666$
$S_2 : \delta_B = 0.666$
$S_3 : \delta_D = 2.666$
$S_4 : \delta_E = 1.000$
$S_5 : \delta_I = 0.000$
$S_6 : \delta_K = 0.500$
$S_7 : \delta_L = 0.666$

$$S_r = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + S_5^2 + S_6^2 + S_7^2}$$
$$S_r = \sqrt{(0.666)^2 + (0.666)^2 + (2.666)^2 + (1.000)^2 + (0.000)^2 + (0.500)^2 + (0.666)^2}$$
$$S_r = \sqrt{0.444 + 0.444 + 7.111 + 1.000 + 0.000 + 0.250 + 0.444}$$
$$S_r = \sqrt{9.688} = 3.11$$

وعليه فإن قيمة Z تحسب كما يلي:

قوة الاحتمال $Z = \frac{50 - 42}{3.11} = 2.57$

ومــن الجدول الإحصائي الخاص بحساب دالة التوزيع الطبيعي (Z) الواردة فــي نهاية هذا الكتاب(الملحق) يتم إيجاد نسبه الاحتمال، حيث نجد أن نسبة الاحــتمال هــي 0,994 وهذا يعني أن المشروع يمكن أن ينجز في (50) يوم بنســبة 99% ، أمــا بالنسبة للمطلوب الثالث المتعلق بحساب احتمالية إنجاز المشروع في (40) يوم فإنه يحسب كالآتي[1]

$$Z = \frac{40 - 42}{3.11} = \frac{-2}{3.11} = -0.643$$

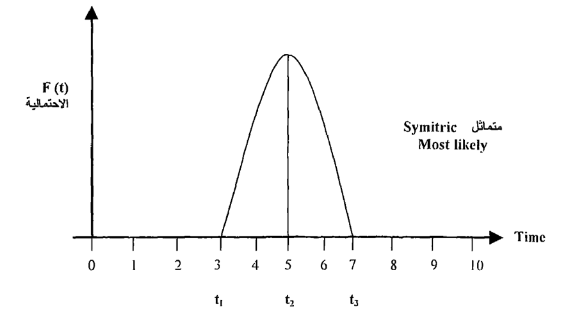
وتحسب نسبة الاحتمال بغض النظر عن العلامة السالبة من الجدول الإحصائي المشار إليه أعلاه، وعندها نجد أن نسبة الاحتمال هي 0,7389 وهذا يعني أن احتمالية إنجاز المشروع في (40) يوم هي 74%

أمــا بالنســبة للمطلــوب الرابع المتعلق برسم توزيع Beta فهو موضح بالشــكل رقــم (5-4)، ومنه نلاحظ أن هذا التوزيع بالنسبة للأنشطة التي تم اختيارها، وهي (F, B,A) فهي كما يلي:

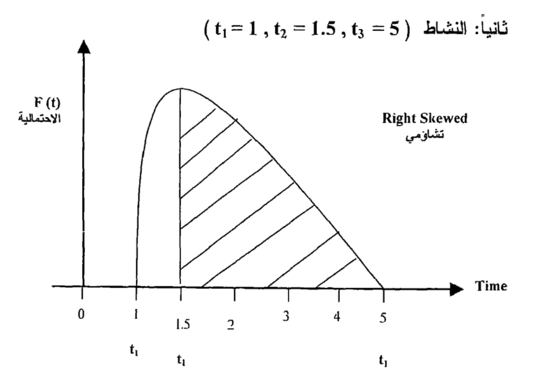
(1) انظر الملحق في نهاية الكتاب.

الشكل رقم (5-4)التوزيع الإحصائي Beta لبعض الأنشطة :

أولا: النشاط A($t_1=3$, $t_2=5$, $t_3 = 7$)

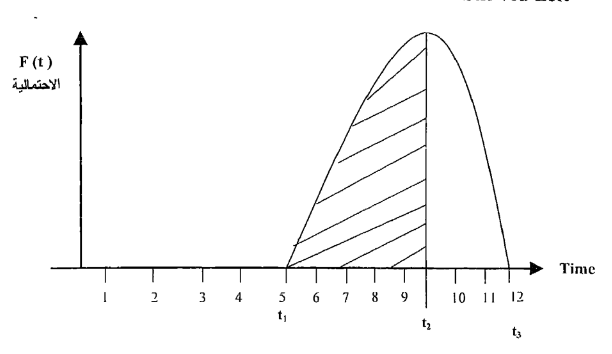


ثانياً: النشاط ($t_1 = 1$, $t_2 = 1.5$, $t_3 = 5$)



ثالثا : F ($t_1 = 5$, $t_2 = 9.2$, $t_3 = 11$)

Skewed Left



5 .4.الاحتياطات الزمنية(Float-Time Slack):

الاحتـــياطات الزمنية تعرف بأنها أوقات المرونة Slak، وهي تلك الأوقات التـــي تقـــاس بالأيـــام أو الأســـابيع أو الأشهر الخ، والتي تحدد ضمن شبكة المشـــروع وفق حسابات زمنية معينة من اجل معالجة أو مواجهة الظروف أو المؤثرات الخارجية والداخلية التي تؤثر في انسيابية إنجاز نشاطات المشروع، وبالـــتحديد من أجل معالجة الاختناقات والمعوقات الزمنية التي قد تظهر أثناء عملـــية تنفـــيذ نشاطات المشروع، حيث توفر هذه الاحتياطات الزمنية لإدارة المشـــروع فرصة للمناورة في عملية استغلال ما هو متوفر من إمكانات مادية وزمنية لبلوغ الأهداف المنشودة بأفضل السبل وتقسم الاحتياطات الزمنية إلى ثلاثة أنواع وذلك كما يلي:

1-الوقت الاحتياطي الكلي S_{ij}

2-الوقت الاحتياطي الحر F_{ij}

3-الوقت الاحتياطي المستقل IF_{ij}

وفيما يلي توضيح لكل ولحد من هذه الأنواع من الاحتياطات الزمنية

أولا: الوقت الاحتياطي الكلي Total float (Sij)

يعرف هذا الوقت بأنه أطول وقت يمكن استغلاله في تأجيل المباشرة في تنفيذ نشاط معين دون أن يؤثر ذلك على وقت إكمال المشروع الكلي

ويحسب هذا الوقت باستخدام العلاقة الرياضية التالية :

$$S_{ij} = LT_j - t_{ij} - ET_i \quad -1$$

ثانيا: الوقت الاحتياطي الحر Free Float(F_{ij})

يعرف هذا الوقت بإنه أكبر وقت يسمح خلاله بتأجيل المباشرة بتنفيذ نشاط معين إذا ما ابتدأت كافة الأنشطة الباقية من الأوقات المبكرة لها، ويحسب هذا الوقت الاحتياطي باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$F_{ij} = ET_j - tij - ETi \quad -2$$

ثالثا: الوقت الاحتياطي المستقل: Independence Float (If_{ij})

وهو أكبر وقت يمكن خلاله تأجيل المباشرة بتفيذ نشاط معين إذا ما ابتدأت كافة الأنشطة الباقية من الأوقات المتأخرة لها، ويمكن حساب الوقت الاحتياطي المستقل باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$IF_{ij} = ET_j - t_{ij} - LT_i \quad -3$$

علما بأن:

LT_j ⟵ الوقت المتأخر لوقوع الحدث j

ET_i ⟵ الوقت المبكر لوقوع الحدث i

ET_j ⟵ الوقت المبكر لوقوع الحدث j

LT_i ⟵ الوقت المتأخر لوقوع الحدث i

tij ⟵ زمن استغراق الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية(j)

وعند حساب الاحتياطات الزمنية الثلاث الوارد ذكرها أعلاه ترد الملاحظات

ملاحظة رقم (1):

يـــتم حســـاب الاحتياطيات الزمنية بعد أن يتم تنفيذ كافة الحسابات الأمامية والخلفية وإيجاد المسار الحرج

ملاحظة رقم (2):

الوقـــت الاحتياطـــي للأنشطة الواقعة على المسار الحرج الرئيسي يساوي صفرا، أي إن:

$(S_{ij} = 0,\ \ F_{ij} = 0,\ \ IF_{ij} = 0)$

أما بالنسبة للمسارات الحرجة الأخرى فإنها يمكن أن تكون كما يلي:

$(S_{ij} \geq 0, Fij \geq 0, IFij \geq 0)$

ملاحظة رقم (3):

إذا ظهرت قيمة سالبة من هذه الاحتياطيات فهي تعتبر صفرا .

لتوضـــيح فكـــرة حســـاب وتحديد الاحتياطيات الزمنية نعرض أدناه مثال لهذا الغرض

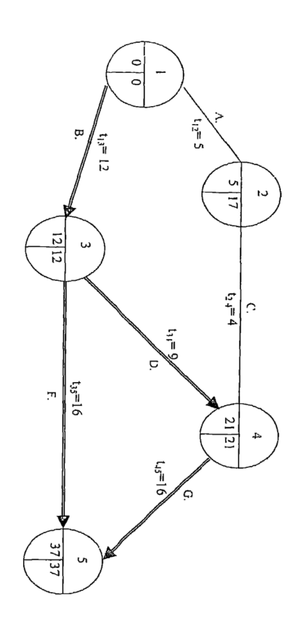
مثال رقم (1):

مشروع يتكون من عدد من الأنشطة، تم حساب الأوقات المبكرة والمتأخرة وتحديـــد المسار الحرج CPM كما في الشكل رقم (5-5) ،وكذلك الشكـــــل رقم (5-6) بعد أن يتم تثبيت نوع الاحتياطيات الزمنية المطلوبة وهي :

Si_j

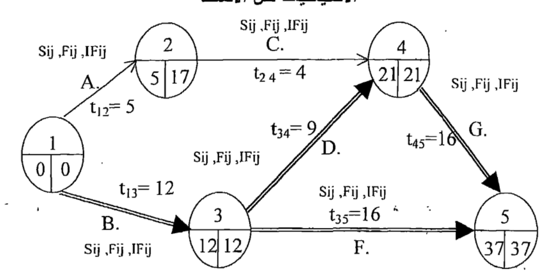
Fij

Fi_j



شكل (5-5)الأوقات المبكرة والمتأخرة والمسار الحرج C.P.M للمشروع

الشكل رقم (5-6) المخطط الشبكي للمشروع تتضح عليه المطلوب من الاحتياطيات لكل الأنشطة



يتم حساب الأوقات الاحتياطية كما يلي:

أولا: الوقت الاحتياطي الحر Sij:

النشاط A.

$$S_{ij} = LT_j - tij - ET_i$$
$$S_{12} = LT_2 - t_{12} - ET_1$$
$$S_{12} = 17-5-0=12$$

النشاط B.

$$S_{13} = LT_{13} - t_{13} - ET_1 = 12-12-0 = 0$$

النشاط C.

$$S_{24} = LT_4 - t_{24} - ET_2 = 21-4-5=12$$

النشاط D.

$$S_{34} = LT_4 - t_{34} - ET_3 = 21-9-12=0$$

النشاط F.

$$S_{35} = LT_5 - t_{35} - ET_2 = 37-16-12=9$$

النشاط G.

$$S_{45} = LT_5 - t_{45} - ET_4 = 37-16-21=0$$

ثانيا: الوقت الاحتياطي الحر Fij

$$Fij = ET_j - tij - ET_i$$

النشاط A.

$$F_{12} = Et_2 - t_{12} - Et_1 = 5-5-0 = 0$$

النشاط B.

$$F_{13} = ET_3 - t_{13} - Et_1 = 12-12-0 = 0$$

النشاط C.

$$F_{24} = Et_4 - t_{24} - Et_2 = 21-4-5=12$$

النشاط D.

$$F_{34} = Et_4 - t_{34} - Et_3 = 21-9-12 =0$$

النشاط F.

$$F_{35} = Et_5 - t_{35} - Et_3 =37-16-12=9$$

النشاط G.

$$F_{45} = Et_5 - t_{45} - Et_4 =37-16-21=0$$

ثالثاً : الوقت الاحتياطي المستقل IFij

$$IFij = ETj - tij - LTi$$

النشاط . A

$$IF_{12} = Et_2 - t_{12} - Lt_1 = 5-5-0=0$$

النشاط. B

$$IF_{13} = Et_3 - t_{13} - Lt_1 = 12-12-0=0$$

النشاط .C

$$IF_{24} = Et_4 - t_{24} - Lt_2 = 21-4-21=-4=0$$

النشاط .D

$$IF_{34} = Et_4 - t_{34} - Lt_3 = 21-9-12=0$$

النشاط .F

$$IF_{35} = Et_5 - t_{35} - Lt_3 = 37-16-12=9$$

النشاط .G

$$IF_{45} = Et_5 - t_{45} - Lt_4 =37-16-21= 0$$

ويمكن جمع النتائج المتعلقة بهـــذه الأوقـــات الاحتياطية كما في الجدول رقم (5-1) التالي :

جدول رقم (5-1) النتائج للأزمنة الاحتياطية

النشاط حرج	الاحتياطيات الزمنية			النشاط Activity
	IFij=Etj-tij-LTi	Fij=ETj-tij-ETi	Sij=LTj-tij-ETi	
	$IF_{12} = 0$	$F_{12} = 0$	$S_{12} = 12$	A
*	$IF_{13} = 0$	$F_{13} = 0$	$S_{13} = 0$	B
	$IF_{24} = 0$	$F_{24} = 12$	$S_{24} = 12$	C
*	$IF_{34} = 0$	$F_{34} = 0$	$S_{34} = 0$	D
	$IF_{35} = 9$	$F_{35} = 9$	$S_{35} = 9$	F
*	$IF_{45} = 0$	$F_{45} = 0$	$S_{45} = 0$	G

5.5 استخدام البرامجيات الجاهزة والحاسوب:

فـــي الوقت الحاضر تستخدم البرامجيات الجاهزة والحواسيب بشكل واسع لمعالجـــة مشـــاكل شـــبكات الأعمـــال، حيـــث يـــرد في هذا الصدد العديد من البرامجيات، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر، ما يلـي:

1- Quick Quant.

2- DS for windows.

3- Win Q.S.B.

4- TORA.

5- LINDO.

ولغرض توضيح دور وإمكانية هذه البرامج ، والكيفية أو الصيغة التي يتم فيها عرض مخرجاتها من الحواسيب المختلفة، فإننا نعرض أدناه الكيفية التي تظهر

علـــيها مخرجات أحد الأمثلة السابقة وذلك باستخدام برنامج Quick Quant الذي هو أحد البرامج العلمية : الخاصة بأساليب بحوث العمليات وتم تصميمه من قبل شركة IBM PC .

إن استخدام البيانات الواردة في المثال المذكور المتعلق ببناء دار سكني يؤدي إلى الحصول على ما يسمى بـــ- Activity report for home building

كمـــا هـــو واضح في الجدول رقم (5-2) الذي يعرض تقرير النتائج النهائية علــــى أساس AOA اما الجدول رقم (5-3) فهو يعرض النتائج النهائية على أساس AON حيث أن في كلا الحالتين يلاحظ ان المسار الحرج متساوي ،اي أن :

Activity REPORT FOR Home-Building

Activity			Beg. Event	End. Event	Planing Times					
No.	Code	Name			Exp.t	ES	LS	EF	LF	Slack
1	a	Excav.	1	2	5	0	0	5	5	0
2	b	Found.	2	3	2	5	5	7	7	0
3	c	Outs Pl.	2	5	6	5	23	11	29	18
4	d	Framing	3	4	12	7	7	19	19	0
5	e	Ins Pl.	4	5	10	19	19	29	29	0
6	f	Wiring	4	8	9	19	21	28	30	2
7	g	Roofing	4	6	5	19	22	24	27	3
8	h	Brickw.	3	7	9	7	18	16	27	11
9	I	Pl Insp.	5	8	1	29	29	30	30	0
10	j	Shingl.	6	8	2	24	28	26	30	4
11	k	Walls	8	10	3	30	30	33	33	0
12	l	Int Fin.	10	11	9	33	33	42	42	0
13	m	Ext Fin.	7	9	7	24	27	31	34	3
14	n	Landsc.	9	11	8	31	34	39	42	3

Crictical Pathe(s) — Expected Project Time

a→b→d→e→I→k→l — 42 — وقف المسار الحرج

جدول رقم (5-2)مخرجات الحاسبة الالكترونية باستخدام البرنامج Quick Quant للمثال المتعلق ببناء دار سكن على اساس AOA

EVENT MILESTONE REPORT FOR Home-Building

Event	Event Connections						Times			Activity Connections					
	Predecessors			Successors			TE	TL	Slack	End	There		Begin	There	
1	: none	_	_	: 2	_	_	: 0	0	0	: none	_	_	: a	_	_
2	: 1	_	_	: 3	5	_	: 5	5	0	: a	_	_	: b	c	_
3	: 2	_	_	: 4	7	_	: 7	7	0	: b	_	_	: d	h	_
4	: 3	4	_	: 5	6	8	: 19	19	0	: d	_	_	: e	f	g
5	: 2	_	_	: 8	_	_	: 29	29	0	: c	e	_	: I	_	_
6	: 4	6	_	: 7	8	_	: 24	27	3	: g	_	_	: j	Dum	_
7	: 3	5	6	: 9	_	_	: 24	27	3	: h	Dume	_	: m	_	_
8	: 4	_	_	: 10	_	_	: 30	30	0	: f	I	j	: k	_	_
9	: 7	_	_	: 11	_	_	: 31	34	3	: m	_	_	: n	_	_
10	: 8	_	_	: 11	_	_	: 33	33	0	: k	_	_	: l	_	_
11	: 9	10	_	: none			: 42	42	0	: l	n	_	: none		

Crictical Pathe(s) Expected Project Time 42

1-2-3-4-5-8-10-11

جدول رقم (3-5)مخرجـــات الحاسبـــة الالكتـــرونية باستخدام البرنامج Quick Quant للمثال المتعلق ببناء دار سكن على اساسAON

في حالة اعتماد أسلوب AOA:المسار الحرج هو:

A → B → D → E → I → K → L → 42 يوم،

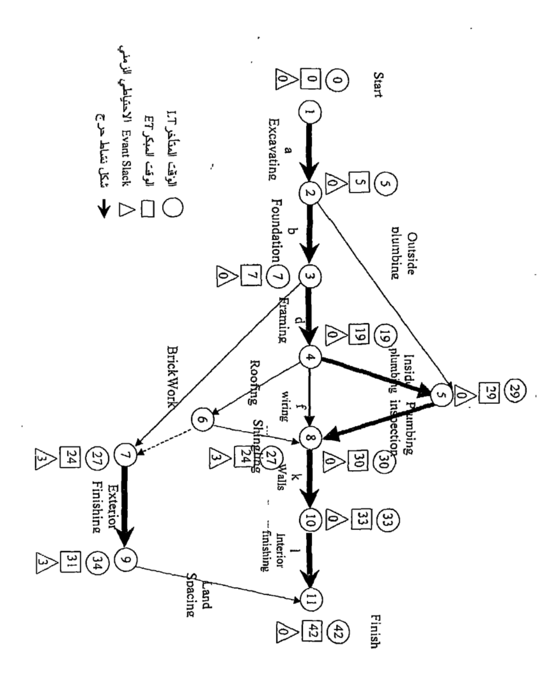
وقت المسار الحرج

في حالة اعتماد أسلوب AON: المسار الحرج هو:

1 → 2 → 3 → A → 5 → 8 → 10 → 11→ 42 يوم

وقت المسار الحرج

رغـــم مـــا هـــو وارد أعلاه في تشابه في وقت المسار الحرج (42) إلا أن طبـــيعة المخـــرجات تخـــتلف بعض الشيء وذلك بقدر تعلق الأمر في عرض الاحتياطـــيات الزمنـــية (Slack) وكذلك الأزمنة المبكرة والمتأخرة والأنشطة الوهمية (DUMMY) . الشكل رقم (5-7) يوضح المخطط الشبكي النهائي للمشـــروع قـــيد الدرس حيث تم تمثيل وقت الاحتياطيات الزمنية Slack من خلال الشكل المثلث (△) مع بقية الازمنة المبكرة والمتأجرة .



الشكل رقم (7-5) المخطط الشبكي النهائي المتعلق ببناء دار سكني وتتضح فيه الأوقات المبكرة والمتأخرة والاحتياطات الزمنية

أسئلة نظرية حول الفصل الخامس

س1: ما هو الفرق بين أسلوب (PERT) وأسلوب CPM؟

س2: ما هي طبيعة الأزمنة في أسلوب (PERT) ؟

س3:ما هو المقصود باحتياطيات الزمنية؟

س4:تكلم عن أهمية الاحتياطي الكلي؟

س5: ما هي استخدامات أسلوب (PERT) ؟

س6:ما هو المقصود بــ:

-الوقت التشاؤمي (t_3)

- الوقت التفاؤلي(t_1)

-الوقت الأكثر احتمالاً (t_2)

س7: كيف يحسب الوقت المتوقع للإنجاز؟

س8: ما هي اهمية واستخدامات العلاقة الرياضية التالية: —

$$\sigma = \frac{t_3 - t_1}{6}$$

س9: تكلم عن نوع التوزيع الإحصائي Beta في أسلوب (PERT) ؟

س10:مــا هــو نــوع الجداول الإحصائية التي يمكن أن تستخدم في أسلوب (PERT) ؟

تطبيقات مختلفة على أسلوب (PERT)

مشكلة رقم (1):

لتنفيذ المشروع (أ) تم إعداد اثنين من المخططات الشبكية، وهي A,B وعلى أساس لتحليل الشبكي مطلوب الاختيار بين هذه البدائل لكي يتحقق الموعد المطلوب وهو (48) يوم . البيانات المتوفرة هي كما يلي:

البديل A

الأنشطة i-j	الوقت		
	t_1 a	t_2 m	t_3 b
2-1	13	14	15
3-1	5	10	15
4-1	7	10	19
3-2	2	2	2
5-2	10	10	10
6-3	20	21	22
7-3	4	16	16
7-4	5	20	23
8-5	5	8	11
8-6	12	12	12
8-7	18	18	30

البديل B

الأنشطة i-j	الوقت		
	t_1 a	t_2 m	t_3 b
2−1	17	20	20
3−1	14	14	14
4−1	1	5	15
5−2	2	10	12
6−3	17	18	25
7−3	15	15	15
7−4	2	5	14
8−5	18	20	28
8−6	14	15	22
8−7	18	21	24

النتائج النهائية:

المفروض أن يتم اختيار البديل .A لأن $\sigma = \frac{73}{9}$ هو أكبر من البديل الثاني .B

مشكلة رقم (2)

عملية مونتاج محرك سيارة يتكون من 13 حدث و21 نشاط، وهي موضحة بالجدول التالي:

الأنشطة i-j	الوقت		
	t_1 a	t_2 m	t_3 b
1-2	2	5	8
1-3	2	4	18
2-5	3	4	5
2-4	6	6	12
3-4	5	6	7
3-6	6	10	14
4-5	3	5	7
4-6	0	0	0
4-8	2	5	8
5-9	4	6	8
5-8	4	5	24
6-7	3	6	9
8-7	5	6	7
10-7	1	3	11
11-7	3	6	9
8-10	2	8	14
9-10	4	3	3
9-12	6	7	14
13-10	2	4	6
13-11	3	5	7
12-13	6	8	10

المطلوب:

ما هي المدة التي يمكن بموجبها إنجاز هذا المشروع، وما هي احتمالية إنجاز المشروع في مدة 42 يوم

النتائج الثانية:

40= وقت المسار الحرج
1→3→6→7→8→10→13
p{TK = 42 } = Ø (-0.53) = 0.2981

دراسة حالة رقم (1) **Case study No-1**

إن هذه الحالة هي امتداد للحالة السابقة التي تم دراستها في الفصل الرابع، حيث لاحظنا في الفصل المذكور كيفية البدء بخطوات تنفيذ المشروع، حيث تم في البداية تحويل صيغة بيانات المشروع من كونها بيانات عامة مكتوبة بصيغة معلومات خام، إلى صيغة مرتبة بشكل متتابع ومنظم وفق أسس منطقية، وقد تم حساب المسار الحرج **CPM** وقد كان الوقت النهائي الذي يعبر عن هذا المسار هو(8.6) يوم عمل وهو أخر موعد مسموح به لإنجاز المشروع، ولقد تم اعتماد أزمنة احتياطية في دراستنا هذه المرتبطة بأسلوب **PERT**، يكون مطلوب ايضا حساب وقت المسار الحرج، فيما يلي أدناه توضيح لذلك.

(تطبيق أسلوب PERT).

بموجب هذا الأسلوب يكون لكل نشاط ثلاثة أزمنة، وإن زمن النشاط المعتمد فـــي عملية التنفيذ هو معدل هذه الأزمنة الثلاث، وقد تم الاعتماد على البيانات الـــواردة فـــي الفقرة السابقة عند الحديث عن تطبيق أسلوب CPM حيث تم تمـــثل الأنشطة بمخطط شبكي وفق أسلوب PERT وتم إعداد جدول يتضمن كافـــة الأزمـــنة الاحتمالـــية الثلاث (Pe,Mo,Op) مع حساب الوقت المتوقع والوقـــت الحقيقـــي كما هو واضح في الجدول رقم (5−4)، وبموجب المخطط الشـــبكي الموضـــح بالشـــكل رقم (5−8) ثم يتم حساب آخر وقت مسموح به لإنجـــاز المشـــروع بالاعـــتماد علـــى حســـاب متوسط (Mean (M الأزمنة الاحتمالـــية الـــثلاث والـــذي يساوي تقريبا (10) أيام عمل كما هو واضح في الشكل رقم (5−9) وبذلك يوفر هذا الأسلوب (4,5) يوم عمل . أن الشكل الذي يعبر عن المسار الحرج هو كالتالي :

النشاط Activity	وصف النشاط Activities	الاحداث Events	الوقت الاعتيادي			الوقت المتوقع	الوقت الحقيقي [1]
			OP.	Mos	Pes		
A	تحليل مقترح أو فكرة منتج جديد	1-2	216	240	264	240	280.8
B	عرض وتقديم بيانات بوساطة الحاسوب لمنتجات متشابهة	1-3	216	240	264	240	280.8
C	تحليل أذواق المستهلكين	1-4	432	480	528	480	561.6
D	اتخاذ القرارات المتعلقة بالانتاج	2-5	54	60	66	60	70.2
Dum1	نشاط تنسيقي	3-5	0	0	0	0	0
Dum2	نشاط تنسيقي	4-5	0	0	0	0	0
E	اتخاذ الاجراءات اللازمة بتجديد مواصفات وطبيعة المنتوج	5-6	108	120	132	120	140.4
F	دراسة السوق وتحليل حجم الطلب على المنتج الجديد	5-7	432	480	528	480	561.6
G	اختبار الفرضيات الابتدائية المتعلقة بطبيعة المنتوج	6-8	216	240	264	240	280.8
H	البدء بالحملة الاعلانية عن المنتوج	5-9	1296	1440	1584	1440	1684.5
I	تحليل ودراسة المواد الأولية الداخلة في المنتوج	8-9	108	120	132	120	140.4
J	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية A	8-10	5460	60	66	60	70.2
K	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية B	8-11	54	60	66	60	70.2
L	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية C	8-12	54	60	66	60	70.2
M	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية D	8-13	54	60	66	60	70.2
N	التعاقد لطلب المواد الاولية الخاصة بالانتاج	9-14	432	480	528	480	561.6
O	تصحيح وتقويم طلب المواد الأولية في حالة الزيادة او النقصان	14-15	216	240	264	240	280.8
P	الانتظار لوصول لمواد الأولية	15-16	864	960	1056	960	1123.2
L	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية C	8-12	54	60	66	60	70.2
M	تحليل المشروع من الناحية التقنية المقدم من المجموعة الفرعية D	8-13	54	60	66	60	70.2
N	التعاقد لطلب المواد الاولية الخاصة بالانتاج	9-14	432	480	528	480	561.6
O	تصحيح وتقويم طلب المواد الأولية في حالة الزيادة و النقصان	14-15	216	240	264	240	280.8
P	الانتظار لوصول لمواد الأولية	15-16	864	960	1056	960	1123.2
Dum3	نشاط تنسيقي	16-22	0	0	0	0	0

(1) الوقت الحقيقي يمثل الوقت المتوقع مضروبا بنسبة المسامحات التي تمثل(1.17) دقيقة لكل عملية يدوية ما عدا العملية الأخيرة فهي مضروبة بنسبة سماح مقدارها (1.25) دقيقة .

جدول رقم (5-4)الذي يوضح الأزمنة الاحتمالية الثلاث وحساب الوقت المتوقع والوقت الحقيقي

الوقت المتوقع	الوقت الحقيقي [1]	النشاط Activity	وصف النشاط Activities	الاحداث Events	الوقت الاعتيادي	الوقت المتوقع	الوقت الحقيقي [1]
Q	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية A	10-17	216	240	264	240	280.0
R	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية B	11-17	216	240	264	240	280.8
S	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية C	12-172	216	240	264	240	280.0
T	مسح ساحة العمل من قبل المجموعة الفرعية D	13-17	216	240	264	240	280.0
U	تصميم تكنولوجيا بالانتاج النهائي	17-18	216	240	264	240	280.0
V	عملية انتاجية	17-19	108	120	132	120	140.4
W	تصميم تكنولوجيا خاصة بعملية الانتاج	18-20	108	120	132	120	140.4
X	تهيئة ماهو مطلوب من المكائن والمعدات	20-21	432	480	528	480	561.6
Y	بناء PROTO للمنتج	21-22	216	240	264	240	280.8
Dum4	نشاط تنسيقي	19-20	0	0	0	0	0
AA	فحص المستندات والوثائق الخاصة بالورقة	19-24	54	60	66	60	70.2
BB	تنفيذ الانتاجية للعمليات الرئيسية الخاصة بالمونتاج	7-75	54	60	66	60	70.2
CC	تحديد حجم السلسلة SERICS	24-26	0	0	0	0	0
DD	ربط المرحل والعمليات الرئيسية	23-27	108	120	132	120	140.4
EE	تصميم خطة الانتاج للعملية	21-28	162	180	198	180	210.6
FF	شرح التفاصيل المتعلقة بالعمل والانتاج للعاملين	26-29	108	120	132	120	140.4
Dum6	نشاط تنسيقي	29-30	0	0	0	0	0
Dum7	نشاط تنسيقي	27-30	0	0	0	0	0
Dum8	نشاط تنسيقي	27-30	0	0	0	0	0
GG	البدء بعملية الانتاج في قسم الخياطة	22-30	252.142	229.22	206.298	229.22	286.52

(1) الوقت الحقيقي يمثل الوقت المتوقع مضروبا بنسبة المساحات التي تمثل(1.17) دقيقة لكل عملية يدوية ما عدا العملية الاخيرة فهي مضروبة بنسبة سماح مقدارها (1.25) دقيقة .

جدول رقم (5-4)الذي يوضح الأزمنة الاحتمالية الثلاث وحساب الوقت المتوقع والوقت الحقيقي

1 C → 4 Dum2 ⇢ 5 H → 9 N → 14 0 → 15 P → 16
Dum3 ⇢ 22 GG → 30
C.P. Duration = 4498.525 minit = 10 day

(المسار الحرج لنموذج مقترح لتصميم بدلة رجالية وفق اسلوب PERT)

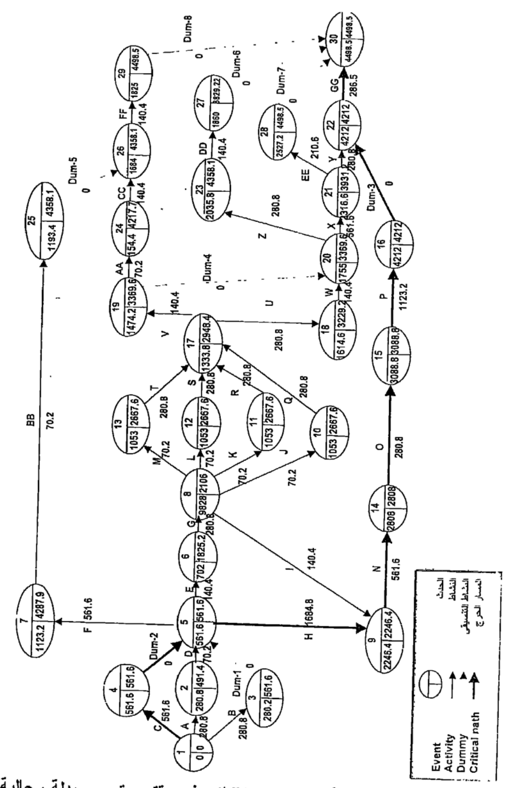
في ضوء ما تقدم من بيانات يمكن استخدام التباين (Variance) للأنشطة الحــرجة لمعــرفة الاحتمالات المختلفة لإنجاز المشروع بأزمنة قد تختلف عن الزمــن المــتوقع الوارد ذكره أعلاه في الشكل الذي يعبر عن المسار الحرج، والتباين يحسب وفق العلاقة التالية:

$$V = \delta^2 = (\frac{t_3 - t_1}{6})^2$$

وعلى أساس هذه العلاقة يتم حساب قيم التباين في الأزمنة الاحتمالية للأنشطة الحرجة الواقعة على المسار الحرج وذلك كما هو واضح في الجدول رقم (5-5) :

الانشطة	OP.	MO.	Pess.	(Mean) M = $\frac{Op.+4ML+Pes}{6}$	6 = $\frac{Pess-Op.}{\sigma}$	σ^2
1-4	432	480	528	480	16	256
4-5	0	0	0	0	0	0
5-9	1296	1440	1584	1440	48	230 4
9-14	432	480	528	480	16	256
14-15	216	240	264	240	8	64
15-16	864	960	1056	960	32	102 4
16-22	0	0	0	0	0	0
22-30	252192	229.22				

جدول (5-5) قيم التباين للأنشطة الحرجة على المسار الحرج



شكل (21)مخطط شبكي بأسلوب PERT لنموذج مقترح تصميم بدلة رجالية

ان حاصل الزمن المتوقع للنشاط والتباين على طول المسار الحرج يمكن صياغته على شكل توزيع طبيعي للفترات الزمنية للمشروع بمتوسط إنجاز (M) وانحراف معياري (δ) حيث سوف يستخدم هذا التوزيع للاحتمالات المطلوبة، حيث أن:

$$\sum \delta^2 = 3962.396$$

$$TD = \sum \delta^1 + \sum \delta^2 + \sum t_{ij}$$

حيث أن TD تمثل الفترة الزمنية المحتملة لإنجاز المشروع، عليه فإن:

TD= 127.640 + 3962.369 + 4498.525

TD= 8588.534(دقيقة) الفترة الزمنية المحتملة لإنجاز المشروع

ولاستخراج قيمة (Z) نستخدم العلاقة الرياضية التالية:[1]

$$Z = \frac{TD - M}{\sum \delta^1}$$

$$Z = \frac{8588.534 - 4498.525}{127.640} = \frac{4090.009}{127.460}$$

Z= 32.043317 وحدة معيارية

(1) الرمز TD يعبر عن نفس معنى X الذي هو الوقت المحتمل للإنجاز ،أي : حيث أن ($Sr = \sum \delta$) .

الفصـــــل السادس

أسلوب *PERT / Time- COST* في الرقابة على تنفيذ المشاريع

لتوضـــيح فكرة هذا الأسلوب واستخداماته في الواقع العملي، لا بد من تقديـــم مفهوم لهذا الأسلوب وعلاقته وطبيعة انتمائه إلى أسلوب PERT مع بيان استخداماته وفوائده في الواقع العملي لإدارة وتنفيذ المشاريع المختلفة.

1.6 – المفهوم والاستخدامات:

في الفصل السابق لاحظنا أن تطبيق أسلوب PERT كان مقتصرا على عملية التخطـــيط والرقابة على استغلال الوقت المتاح، وذلك مع الأخذ بنظر الاعتبار الأزمنة الاحتمالية للإنجاز، حيث يركز متخذ القرار في هكذا نوع من التطبيقات على ما يلي:

-آخر وقت مسموح به لإنجاز المشروع.

-الاحتياطات الزمنية والتحنيلات المرتبطة بها.

-الوقت المتوقع للإنجاز.

وعلـــى هـــذا الأساس أصبح أسلوب PERT مرتبطاً بالدرجة الأساس بأزمـــنة إنجاز المشروع وتحليلاتها، لذلك في هكذا نوع من المشكلات أصبح يعـــرف بـــ PERT/Time، وذلك بسبب أهمية الوقت في عملية التنفيذ من أجـــل تفـــادي الوقـــوع تحت طائلة المسؤولية عند عدم الإيفاد بالمدة الزمنية المحددة بعقود إنجاز المشاريع .

وقـــد أثار أسلوب (PERT/Time)مخاوف الكثيرين من المهتمين في مجال إدارة وتنفيذ المشاريع، على اعتبار أن الاهتمام بعامل واحد قد يؤدي إلى عدم الاهتمام بالعوامل الأخرى،لذلك فقد تم إضافة أسلوب(PERT/Cost)إلى أســـلوب(PERT/Time)من اجل تمكين متخذ القرار في إدارة المشروع من مقارنـــة الوقـــت الفعلـــي بالوقت القياسي والتكلفة الفعلية بالتكلفة القياسية، ويذهب المهتمين بالعلوم المحاسبة والكلفوية إلى تفسير أهمية هذه الخطوة في دمج الكلفة مع الوقت إلى اختلاف مستويات الإنفاق وبالتالي النتائج المالية في

ظـــل اختلاف الأداء واختلاف الأزمنة المختصرة للإنجاز Crashing Time عن الأزمنة العادية Normal Time، حيث أن الأولى تحتاج إلى موارد مادية اكـــثر مـــن الثانية جراء الاختصار في الوقت، وهذا يعني رفع معدلات الكلفة والإنفـــاق، ومـــن هـــنا جاء الاهتمام بأسلوب (PERT/Cost)، ولا يقتصر الاهـــتمام بالمســـار الحـــرج فقط في عملية حساب الكلفة، كما هو الحال في أسلوب(PERT/Time)، الذي يكون فيه وقت المسار الحرج هو الأساس في التحلـــيلات الزمنـــية، بـــل يـــتعدى الاهـــتمام في ذلك ليصل إلى كافة أنشطة المشروع، لأن تكاليف تنفيذ المشروع، تتضمن تكاليف كل الأنشطة ولا تقتصر علـــى الأنشطة الواقعة على المسار الحرج، لذلك فإن تحليل انحرافات التكاليف الفعلية عن التكاليف القياسية لا يجب أن تقتصر على الأنشطة الحرجة فقط، بل يجب أن يشمل جميع الأنشطة في المشروع.

استناداً إلى ما تقدم من مبررات اللجوء إلى الكلف Costs فقد بدأ التأكيد على استخدام أسلوب (PERT/Cost)في الفترة الواقعة بين (1959-1962) من قـــبل بعـــض وكـــالات الحكومـــة الأمريكـــية المتمـــثلة بدائـــرة الدفـــاع (Department of Defiance DOD) وإدارة الفضـــاء والطيران المحلي (NASA) وقـــد أصـــبح فـــي عـــام أو منتصـــف عـــام (1963) اســـتخدام (PERT/Cost) متطلبا في الأبحاث العسكرية الرئيسية والهامة وفي تطوير المشاريع المدنية المختلفة.

ويعتـــبر أســـلوب (PERT Time -Cost) إلى جانب أسلوب (CPM) من الأســـاليب الهجيـــنة التي يستفاد منها في مجالات كثيرة، وبالتحديد في مجال إدارة المشـــاريع، حيث تم توظيف هذه الفكرة في مجال الرقابة على المشاريع الإنشـــائية في شركة (M.W.Kellogg) وهي شركة متخصصة في مقاولات الإنشاءات الخاصة بهنـــدسة أبنية البتـــرول والمشتقات البترولية المعقدة

(البتروكــيماويات)، حيــث استطاعت أن تختصر الأعمال التي تستوجب وقت يمــتد لســاعات طويلة إلى دقائق محدودة من خلال اللجوء إلى المبادلة بين الوقــت والكلفـــة واســتخدام الــبرمجة في تحليل الوقت والتكاليف المرتبطة بالمشــروع، وأخــيراً لا بد من الإشارة إلى حقيقة مهمة في استخدامات هذا الأســلوب وكيفــية أداء دورة كــأداة رقابية على الكلفة والوقت في أن جميع الأنشــطة فـــي المشروع قد تم تحديدها وإنجازها ضمن التسلسل الذي جدولت فــيه، وتحقق هذه الرقابة الفاعلة على الكلفة والوقت، عندما تتحقق العناصر التالية في مرحلة التخطيط للمشروع:

1-تحديد أهداف المشروع بشكل واضح.

2-تحديد نشاطات أو فعاليات المشروع وفق تسلسل منطقي.

3-بناء علاقات الأسبقية (Precedence) بين الأنشطة.

4-تقدير الوقت والكلفة لكل نشاط في المشروع.

5-تحديد زمن إنجاز المشروع المتوقع.

6-مقارنة أهداف المشروع المجدولة.

7-تحديد الموارد المادية اللازمة لإنجاز الأهداف.

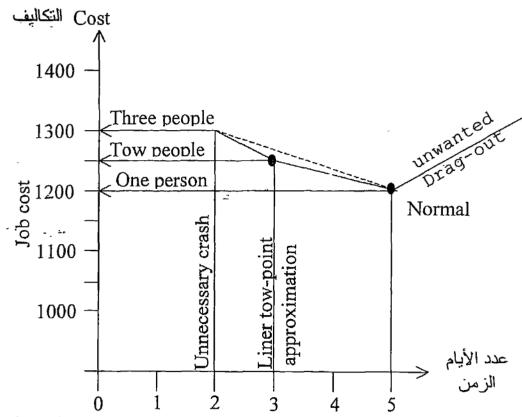
وفـــي الفقــرة التالــية سوف يتم توضيح الأساس الفكري للمبادلة بين الكلفة والوقت وأهميتها لأغراض إنجاز المشروع.

2.6 الأساس الفكري للمبادلة (Tradeoff) بين الكلفة والوقت.

لــو فرضــنا أن هنالك عمل إنشائي معين يتمثل في نقل مواد بناء من موقــع إلــى آخر، حيث أن تكليف عامل واحد بهذه المهمة سيؤدي الأمر إلى إنجازها في خمسة أيام وبكلفة 1200 وحدة نقدية، في حين لو تم تكليف اثنين مــن العمــال بهذه المهمة ذاتها سوف تنجز في ثلاثة أيام ولكن مع زيادة في

الكلفـــة بحيث تصل إلى 1250 وحدة نقدية، أما لو تم تكليف ثلاثة عمال بهذه المهمة، فإنها سوف تنجز في يومين وهذا الأمر سوف يرفع تكاليف العمل إلى 1300 وحدة نقدية جراء تشغيل العامل الإضافي الثالث، أن هذه الفكرة تتضح من خلال الشكل رقم(6-1) والذي يعرض العلاقة البيانية التبادلية بين التكاليف والزمـــن، ومن هذا الشكل والتحليل الوارد أعلاه يتم استنباط الأساس الفكري للمـــبادلة بيـــن الكلفة والوقت، حيث أن التوجه العام في هذا الصدد هو تدنية التكالـــيف إلـــى أدنـــى مستـــوى ممكـــــن و ذلك من خلال استخدام أسلوب PERT Time -Cost ويتطلـــب الأمـــر هـــنا تحليل التكاليف الكلية الخاصة بالمشـــروع والمتمثلة في مجموع التكاليف المباشرة وغير المباشرة، حيث أن التكاليف المباشرة تتضمن (العمل، المواد، وأي تكاليف تتصل مباشرة بأنشطة المشـــروع)، أمـــا التكالـــيف غير المباشرة فهي تتكون من التكاليف الإدارية المالـــية والإندثـــارات وأي تكاليف متغيرة يمكن تجنبها من خلال تقليل الوقت الكلي للمشروع.

شكل رقم (6-1) العلاقة بين التكاليف والزمن(الإنفاق على العاملين في وحدة الزمن)[1]



إن أهمية هذين النوعين من التكاليف مختلفة، حيث أن للنوع الأول أهمية أكبر من النوع الثاني وذلك بسبب الأرجحية والأهمية النسبية الأكبر للتكاليف المباشرة على الغير مباشرة، ولهذا السبب نجد أن كافة التحليلات الكلفوية في أسلوب PERT/Time-Cost تركز على التكاليف المباشرة (Direct Cost) حيث تقسم هذه التكاليف إلى نوعين: وهي كما يلي:

1-تكاليف اعتيادية Normal costs.

---

(1) للمزيد من التفاصيل راجع :

Robert A. Dunn & Kenneth D. Ramsing (Management science/ A practical Approach to Delision Making) 1991 .... P: (353) .

2-تكاليف معجلة Crash costs.

إن هـــذه التقسيم للتكاليف يرتبط بكافة أنشطة المشروع، لذلك فإن هذه الفكرة سوف يترتب عليها تقسيم للوقت أيضا وكما يلي:

1-الوقت الاعتيادي Normal Time.

2-الوقت المعجل أو المضغوط أو المختزل Crash Tim .

الوقـــت الاعتـــيادي يعنـــي ذلـــك الوقت اللازم لإنجاز النشاط في ظل الظروف الاعتـــيادية، من حيث أن النوع الثاني يعني أقصر وقت ممكن لإنجاز النشاط، وترتبط هذه الأوقات مع التكاليف الوارد ذكرها أعلاه بعلاقة يمكن التعبير عنها رياضـــيا وبيانـــيا . ومن أجل توضيح العلاقة رياضياً، يتطلب الأمر في البداية وضـــع مجموعـــة مـــن الرموز التي من شأنها أن تؤدي الى صياغة العلاقات الرياضية اللازمة لذلك وهذه التعاريف هي:

n ⟵ اعتيادي Normal.

C ⟵ مضغوط أو معجل Crash.

$\triangle$ ⟵ درجة التغير.

لذلك فإن:

t^{n}_{ij} ⟵ زمن استغراق النشاط الاعتيادي (n) الواقع بين حدث البداية(i) وحدث النهاية (j) .

t^{c}_{ij} ⟵ زمـــن اســـتغراق النشاط المعجل (c) الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j)

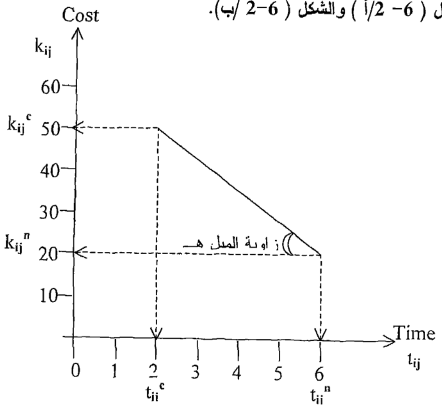
K^{n}_{ij} ⟵ التكالـــيف المباشرة الاعتيادية (n) للنشاط الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j).

K_{ij}^{c} ←— التكاليف المباشرة المعجلة (c) للنشاط الواقع بين حدث البداية (i) وحدث النهاية (j).

S ←— الميل (مقياس أو معامل زيادة الكلفة في وحدة الزمن).

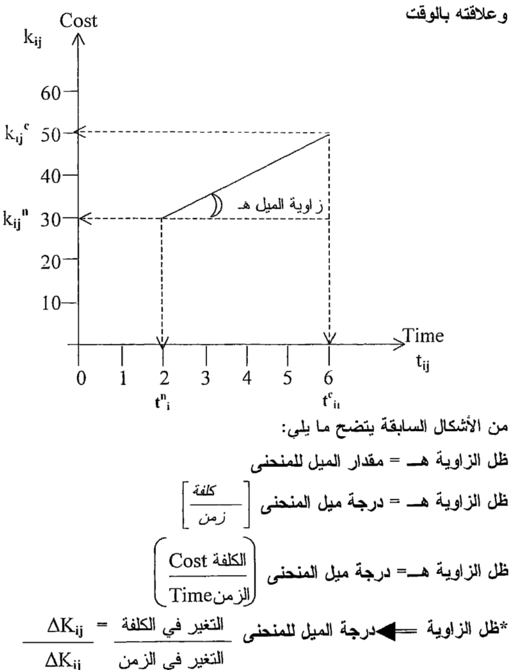
S_{ij} ←— درجة الميل(علماً بان الزاوية التي تعبر عن درجة الميل هي هـ)

على أساس ما تقدم يتم تنظيم المنحنيات البيانية التي تعبر عن التكاليف المباشرة (Direct Cost) والتكاليف غير المباشرة Indirect Cost وعلاقتها مع الوقت في الحال الاعتيادية وحالة التعجيل كما هو واضح في الشكل (6- 2/أ) والشكل (6-2 /ب).



لشكل (6- 2/أ) منحنى التكاليف المباشرة Direct Costs وعلاقته بالوقت

الشكل رقم (6-2/ب) منحنى التكاليف غير المباشرة Indirect Costs وعلاقته بالوقت



من الأشكال السابقة يتضح ما يلي:

ظل الزاوية هـ = مقدار الميل للمنحنى

ظل الزاوية هـ = درجة ميل المنحنى $\left[\frac{\text{كلفة}}{\text{زمن}}\right]$

ظل الزاوية هـ= درجة ميل المنحنى $\left(\frac{\text{Cost الكلفة}}{\text{Time الزمن}}\right)$

*ظل الزاوية ⟸ درجة الميل للمنحنى $\frac{\text{التغير في الكلفة}}{\text{التغير في الزمن}} = \frac{\Delta K_{ij}}{\Delta K_{ij}}$

أي أن :

ظل الزاوية ⟸ درجة الميل للمنحنى = $\frac{\Delta k_{ij}}{\Delta t_{ij}}$

وإذا علمت أن:

$$\frac{\text{التغير في الكلفة}}{\text{التغير في الوقت}} = \frac{\text{التكاليف العجلة – التكاليف الاعتيادية}}{\text{الزمن الاعتيادي – الزمن العجل}}$$

فإن بالإمكان التعبير عن ذلك كما يلي:

$$Sij=\frac{\triangle kij}{\triangle tij} = \frac{\text{Crash Cost }(kij)^{c} - \text{Normal Cost }(kij)^{n}}{\text{Normal time }(tij)^{n} - \text{Crash time }(tij)^{c}}$$

وإذا علمت أن:

$$\frac{\triangle kij}{\triangle tij} \Longleftarrow Sij$$

$$\left[k_{ij}^{c} - k_{ij}^{n}\right] \Longleftarrow \triangle Kij$$

$$t_{ij}^{n} - t_{ij}^{c} \Longleftarrow \triangle tij$$

عليه فإن: $Sij = \frac{k_{ij}^{c} - k_{ij}^{n}}{t_{ij}^{n} - t_{ij}^{c}} = \frac{\Delta k_{ij}}{\Delta t_{ij}}$

علماً بأن: $t_{ij}^{c} \le t_{ij} \le t_{ij}^{n}$

علـــى أساس ما تقدم من العلاقات الرياضية تتم عملية المبادلة **(Trade off)** بين الكلفة والوقت لأنشطة المشروع المختلفة مع التأكيد على الحرجة منها.

إن تطبيق واستخدام العلاقات الرياضية أعلاه يتم وفق تنسيق متوازن وقواعد ثابتة وذلك على النحو التالي:

<u>أولاً:</u> إنجــاز حســاب الأزمــنة المبكرة والمتأخرة لأنشطة المشروع من خلال الحســابات الأمامــية والخلفــية مع تحديد المسار الحرج الأساسي والأنشطة الحرجة الأخرى.

<u>ثانــيا:</u> حساب الكلفة المختزلة لكل فترة زمنية ولجميع الأنشطة في المشروع ومــن ثــم يتم تعيين درجة ميل التكاليف المباشرة لنشاطات المشروع والتي تســاوي مقدار المبالغ الإضافية المطلوبة للتعجيل بزمن النشاط بوحدة زمنية واحدة(يوم، أسبوع، شهر .... الخ).[1]

<u>ثالــثا:</u> تجــري عملــية التعجــيل التدريجي لنشاطات المشروع (تقليص مدة المشــروع وحده زمنية واحدة في كل مرة) ومن ثم حساب التكاليف المباشرة للمشــروع حسب الوحدات الزمنية خلال فترة التعجيل التدريجي وفقا للقواعد التالية:

1-يتم البدء بتعجيل أزمنة النشاطات الحرجة.

2-يتم تعجيل النشاطات التي لها أقل درجة ميل للتكاليف.

3-في حالة وجود أكثر من مسار حرج فإن أولوية التعجيل تكون لأحد البديلين التاليين:

أ-التعجيل بزمن نشاط مشترك (إن وجد) بين المسارات الحرجة.

ب-التعجــيل بزمــن نشــاط غير مشترك وذلك من كل مسار بنفس الوحدات الزمنية.

(1) إن التكاليف المباشرة تتحكم بشكل مباشر في تنفيذ الأنشطة المختلفة في المشروع وذلك مثل (أجور الأيدي العاملة، وكلفة تشغيل المكائن، المواد الأولية، الطاقة ... الخ) أما بالنسبة للتكاليف غير المباشرة فإنها تحمل على المشروع بشكل إجمالي في الحسابات النهاية، مع العلم إن كل نشاط ينال حصته منها وهي تشمل (رواتب، الموظفين، الماء، الكهرباء، الأبحاث.... الخ).

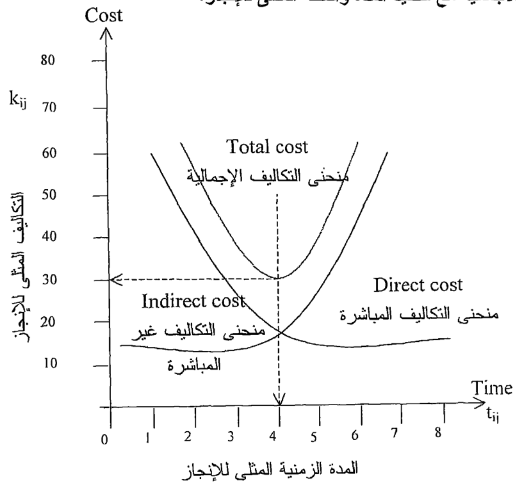
رابعــا: يجــري التأكد من أن المسار الحرج ما زال حرجاً، لأن تخفيض وقت الأنشــطة الواقعــة علــيه تغير من طبيعة الموقف، حيث قد تجعله غير حرج وتظهر بالتالي مسارات حرجه جديدة على شبكة المشروع.

خامســاً: حســاب إجمالي التكاليف غير المباشرة وذلك طبقاً للوحدات الزمنية المعتمدة في المشروع وبالتحديد خلال فترة الإسراع التدريجي وتحديد المبالغ التي سوف تتحقق على إدارة المشروع عند تأخر إنجاز المشروع عن الموعد المقــرر أو تحديــد الفوائد والامتيازات المادية التي تستحقها الإدارة المذكورة عــند إنجاز المشروع قبل موعده المقرر، كما ويفترض أن تحدد التكاليف غير المباشــرة عــند الشــروع بتنفيذ المشروع كعامل إضافي يساعد في حسابات المبادلة بين الكلفة والوقت.

سادســا: تحديــد مــدة إنجــاز المشروع التي يكون عندها مجموع التكاليف المباشرة وغير المباشرة أقل ما يمكن كما هو واضح في الشكل رقم (6-3).

مــن أجــل توضيح فكرة هكذا نوع من الأساليب ((PERT Time-Cost) تعتمد أحد الأمثلة التطبيقية المستمدة من الواقع العملي وكما هو وارد أدناه.

شـكل رقـم(6-3) العلاقة بين التكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الاجمالية مع تحديد المدة والكلفة المثلى للإنجاز.



مـثال رقم (1): إحدى المنشآت الإنتاجية ترغب في إقامة مشروع معين لذلك اتفقـت مع أحد المقاولين لتنفيذه، ومن دائرة الحسابات (قسم محاسبة الكلفة) في المشروع تم الحصول على البيانات التالية:

1-يتم تنفيذ المشروع بصيغة عقد مقاولة تترتب عليه غرامات وحوافز.

2-البيانات الخاصة بالمشروع هي كما يلي:

جدول رقم (6-1) بيانات المشكلة(المبالغ بالآلاف)

النشاط	الاحداث		الانجاز الاعتيادي n		الانجاز المعجل C	
Activity Cost	السابق	اللاحق	Time (Week)	Cost (Dinar)	Time (Week)	Cost (Dinar)
A	1 →	2	12	600	7	800
B	1 →	3	7	500	6	590
C	1 →	4	10	1000	7	1240
D	2 →	3	0	000	0	000
E	2 →	6	9	1000	5	1300
F	3 →	5	8	800	6	1000
G	4 →	5	8	400	7	450
H	5 →	6	11	800	9	1040
			65	5200	47	6420

3-إذا علمت أن رب العمل (إدارة المنشأة الإنتاجية) تفرض على المقاول 50 دينار عن كل تأخير وتمنح فائدة مقدارها 50 دينار كمحفزات عمل عن كل يوم تعجيل، وقد علمت أيضاً أن التكاليف غير المباشرة في خط الشروع هي 1550 دينار.

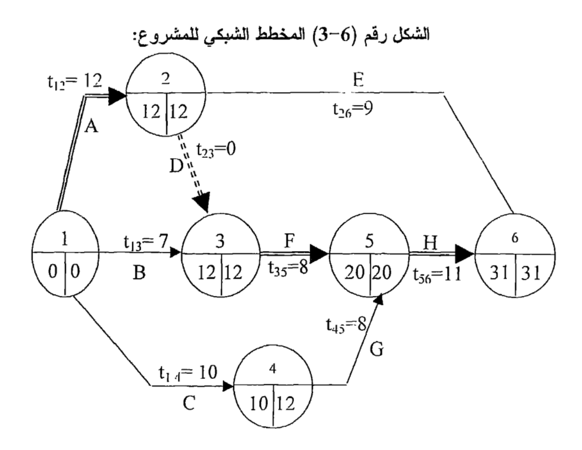
4-إن كلفة التعجيل للأنشطة المختلفة في المشروع تم التعبير عنها من خلال درجة ميل التكاليف وذلك كما هو واضح في الجدول رقم (6-2) :

جدول رقم (6-2) تعجيل الأنشطة ودرجة ميل التكاليف

النشاط Activity	الأحداث		فترة التعجيل (أسبوع)	درجة ميل التكاليف (دينار)
	السابق	اللاحق		
A ⟶	1	2	5	40
B ⟶	1	3	1	90
C ⟶	1	4	3	80
D ⟶	2	3	0	0
E ⟶	2	6	4	75
F ⟶	3	5	2	100
G ⟶	4	5	1	50
H ⟶	5	6	2	70

المطلـوب: اتخـاذ القـرار الذي على أساسه يتم تحديد فترة الإنجاز المثلى والتكلفة المثلى للمشروع بالاعتماد على المخططات الشبكية والرسوم البيانية .
الحـل: إن حـل هـذه المشكلة يبدأ من خلال رسم الشكل الذي يمثل المخطط الشـبكي للمشروع بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (6-1) وذلك بعد أن تم حسـاب الأوقـات المـبكرة (ET)والأوقات المتأخرة (LT) وتحديد المسار الحرج (C.P.M) وذلك كما هو واضح في الشكل رقم (6-3) التالي:

الشكل رقم (6-3) المخطط الشبكي للمشروع:



إن المسار الحرج الرئيسي من الشكل السابق هو:

A → D → F→ H

12 + 0 + 8 + 11 = 31 يوم

الخطوة التالية من الحل:

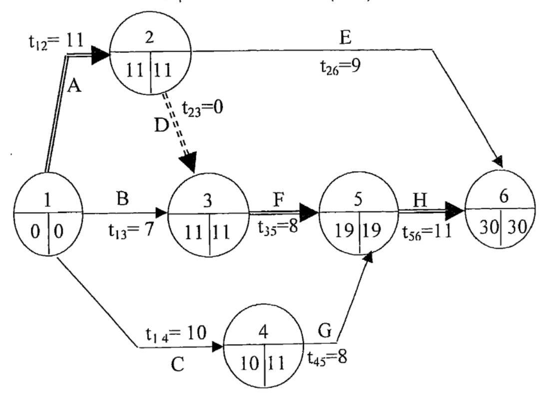
تبدأ بالعمليات الحسابية الكلفوية وذلك بالنسبة لأول نشاط في الشبكة وهو النشاط A وتتناول هذه العمليات الحسابية تحديد ومقارنة درجة الميل طبقا لما هو وارد في الجدول رقم (6-2). ومنه يتضح أن النشاط A له أقل درجة ميل للتكاليف (40 دينار باليوم) لذلك نبدأ بالتعجيل بإنجازه حيث أن فترة التعجيل تبلغ 5 يوم حيث أن:

12 يوم المدة الأصلية

7 يوم المدة المعجلة } لذلك فإن فترة التعجيل تبلغ 5 يوم

لذلك نبدأ بالتعجيل بشكل تدريجي ويكون التعجيل ليوم واحد فقط أي يكون زمن النشاط 11 يوم وكما هو واضح في الجدول رقم (6-3) الوارد في نهاية الحل والشكل رقم (6-5) أدناه .

الشكل (6-5) تعجيل النشاط A ليوم واحد



من الشكل رقم (6-5) يتضح أن المسار الحرج الرئيسي هو:

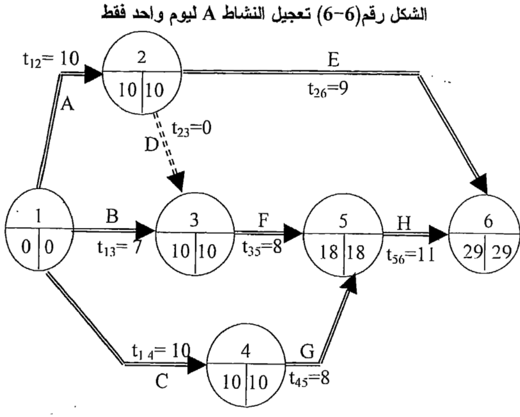
A → D → F→ H

11 + 0 + 8 + 11 = 30 يوم

وهذا يعني بقاء المسار الحرج مع اختلاف مدته من 31 يوم إلى 30 يوم.

الخطــوة التالية هي البدء بتعجيل زمن النشاط A يوم آخر بحيث يصبح زمن النشاط (10) يوم وكما هو واضح في الجدول رقم (6-3)والشكل رقم (6-6).

الشكل رقم(6-6) تعجيل النشاط A ليوم واحد فقط



ومن الشكل رقم (6-6) يتضح أن المسارات الحرجة هي:

A → D → F → H
10 + 0 + 8+ 11 = 29
C → G → H
10 + 8 + 11 = 29
B → F → H
7 + 8 + 11 = 26
A → E
10+9 =19

ومن الشكل (نفسه يتضح لنا أيضا أن هناك اثنين من المسارات الحرجة متساوين بالأزمنة وهو 29 يوم لكل منهما وهما:

المسار الأول:

A → D → F → H

10 + 0 + 8 + 11 → 29

المسار الثانى:

C → G → H

10 + 8 + 11 → 29

ولأجل الإسراع بإنجاز المشروع لدينا بديلين وهما:

البديل الأول: الإسراع بزمن إنجاز النشاط A من المسار الأول والنشاط G من المسار الثاني حيث أن لكل من النشاط A والنشاط G أقل درجة ميل للتكاليف في كل مسار حيث أن:

النشاط A ← درجة الميل 40 دينار باليوم الواحد.

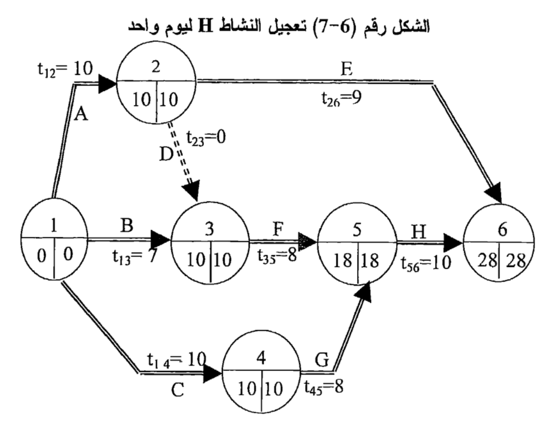
النشاط G ← درجة الميل 50 دينار باليوم الواحد.

البديل الثاني : الإسراع بزمن إنجاز النشاط H المشترك بين المسارين الحرجين حيث أن:

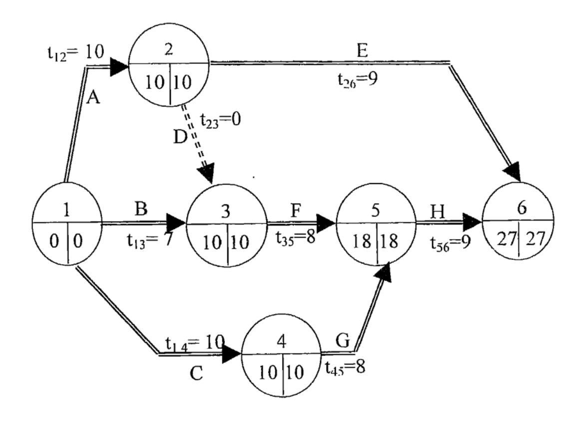
النشاط H ← درجة الميل 70 دينار باليوم الواحد.

وبما أن تكاليف التعجيل للنشاط H من المسار الثاني هي اقل من تكاليف التعجيل للنشاطين A, G (50 +40 =90 دينار) لذلك تعطى أولوية التعجيل بزمن النشاط H علما بأن لا يمكن التعجيل بزمن النشاط H لأكثر من يومين وكما هو واضح في الشكل رقم (6-7) والجدول رقم (6-3).

الشكل رقم (6-7) تعجيل النشاط H ليوم واحد



ومن الشكل أعلاه يتضح أن التعجيل بزمن النشاط H يوم واحد يصبح الزمن الكلي للمسار الحرج الرئيسي هو 28 يوم. ونستمر بعملية التعجيل لهذا النشاط H يوم آخر وكما في الشكل رقم (6-8) والجدول رقم (6-3).



الشكل رقم (6-8) تعجيل النشاط H يوم واحد

النشاط	درجة الميل	مدة المشروع		1		2		3		4		5		6		7		8	
		31		30		29		28		27		26		25		24		23	
		Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost
A	40	12	600	11	140	10	180	10	180	10	680	9	720	8	760	*7	800	*7	800
B	90	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500	7	500
C	80	10	1000	10	1000	10	1000	10	1000	10	1000	10	1000	9	1080	8	1160	*7	1240
D					0														
E	75	9	1000	9	1000	1000	1000	9	1000	9	1000	9	1000	9	1000	9	1000	9	1000
F	100	8	800	8	800	8	800	8	800	8	800	8	800	8	800	8	800	*7	900
G	50	8	400	8	400	8	400	8	400	*7	450	*7	450	*7	450	*7	450	*7	450
H	70	11	900	11	900	11	900	10	970	*9	1040	*9	1040	*9	1040	*9	1040	*9	1040
المجموع			5200		5240		5280		5350		5420		5510		5630		5750		5930

جدول رقم(6-3) كشف تفصيلي بالتكاليف المباشرة في حالة التعجيل التدريجي

وهكذا تستمر عملية الضغط للكلف وفق نفس المبدأ حيث ننتقل بعد ذلك إلى النشـــاطات الأخرى التي لها أقل درجة ميل وبذلك يكتمل بناء الجدول رقم (6-3) عند اليوم (23) الذي هو أدنى وقت يمكن تقليص مدة المشروع إليها.

والخطوة التالية يتم تنظيم كشف محاسبي بالتكاليف المباشرة والتكاليف غير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديد الكلفة المثلى وكما في الجدول رقم(6-4).

جدول رقم (6-4) كشف محاسبي بالتكاليف المباشرة والتكاليف غير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديد الكلفة المثلى.

الوقت Time / الكلفة Cost	31	30	*29	28	27	26	25	24	23
تكاليف مباشرة Direct Cost	5200	5240	5280	5350	5420	5510	5630	5750	5930
تكاليف غير مباشرة In Direct Cost	1550	1550	1450	1400	1350	1300	1250	1200	1150
التكاليف الكلية Total Cost	6750	6740	6730	6750	6770	6810	6880	6950	7080

ومن الجدول أعلاه يتضح أن الزمن الأمثل لإنجاز المشروع هو 29 يوم حيث عنده تكون التكاليف الكلية أقل ما يمكن وهي 6730 دينار.

6. 4. حالات دراسية مختلفة

فيما يلي حالات دراسية تتعلق بدراسة وتحليل المشاريع مستمدة من الواقع العملي لبعض المنشآت الإنتاجية وذلك كما هو وارد أدناه.

حالة دراسية رقم 1 **Case study no 1.**

متخصص بصناعة الألبسة ينتج أنواع مختلفة من الألبسة الرجالية، قرر إنشاء موقـــع صناعي جديد في من أجل استخدامه في أعمال الصيانة والإدامة وغير ذلك.

وتم تكليف أحد المقاولين المحليين بمهمة تنفيذ الموقع الصناعي المذكور. وقد باشر بالمشروع اعتبارا من **1997/1/1**.

البيانات المتعلقة بالمشروع تم الحصول عليها من دائرة الحسابات في المعمل المذكور وقد كانت على النحو التالي:

جدول رقم (6-5) البيانات الأساسية للمشروع

النشاط Activity	From To	Normal Time	Crash Time	Slop
A	(1-3)	6	4	80
B	(1-3)	8	4	90
C	(1-4)	5	3	30
D	(2-4)	3	3	0
E	(2-5)	5	3	40
F	(3-6)	12	8	200
G	(4-6)	8	5	50
H	(5-6)	6	6	–

ومن دائرة الحسابات توفر ما يلي:

1:مجموع الكلف الاعتيادية لتنفيذ المشروع **5800** دينار.

2:تتحمل إدارة المشروع تكاليف مباشرة مقدارها 160 دينار عن كل يوم عمل علماً بأن خط الشروع كان صفراً.

3:إن درجة الميل تعبر عن الكلفة المباشرة الواجب تحملها فيما لو تم تخفيض الزمن وحدة زمنية واحدة.

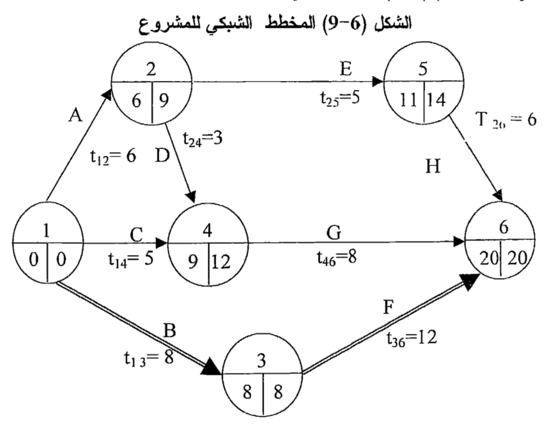
المطلوب: أحسب أقل كلفة كلية لأقصى وقت ممكن علماً بان الجواب النهائي:

Optimal time =13
Optimal cost = 9180

الحل :

فـي البداية يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع على أساس البيانات المتوفرة في الجدول رقم (6-6) وذلك كما يلي :

الشكل (6-9) المخطط الشبكي للمشروع



من الشكل أعلاه يتضح أن المدة الحرجة لإنجاز المشروع هو 20 يوم، حيث بعدها يعتبر المشروع متأخراً ، وإن المسار الحرج في المشروع المذكور والموضح بالسهم المزدوج(⟹) في الشكل (6-9) هو كما يلي:

B ⟶ F

8 + 12 ⟹ 20 يوم

وعلـــى أســـاس نفس القواعد التي وردت سابقا والتي تم تطبيقها في المـــثال الســـابق، يتم البدء بتقليص المدة الزمنية وحسب درجة الميل الأقل، ويتضـــح ذلـــك مـــن الجدول رقم (6-6) الذي يعرض للقارئ كشف تفصيلي بالتكاليف المباشرة للمشروع في حالة التعجيل التدريجي لأزمنة إنجاز الأنشطة فـــي المشروع، ويتضح من الجدول المذكور درجة الميل (Slop) ، ويتم البدء بتعجـــيل زمن النشاط (B) لكونه واقع على المسار الحرج وهو أقل من حيث درجـــة المـــيل في النشاط (F) الواقع على المسار الحرج أيضا، وهكذا تستمر عمليـة التعجيل وعندها يتطنب الأمر إعادة رسم المخططات الشبكية وكما يلي:

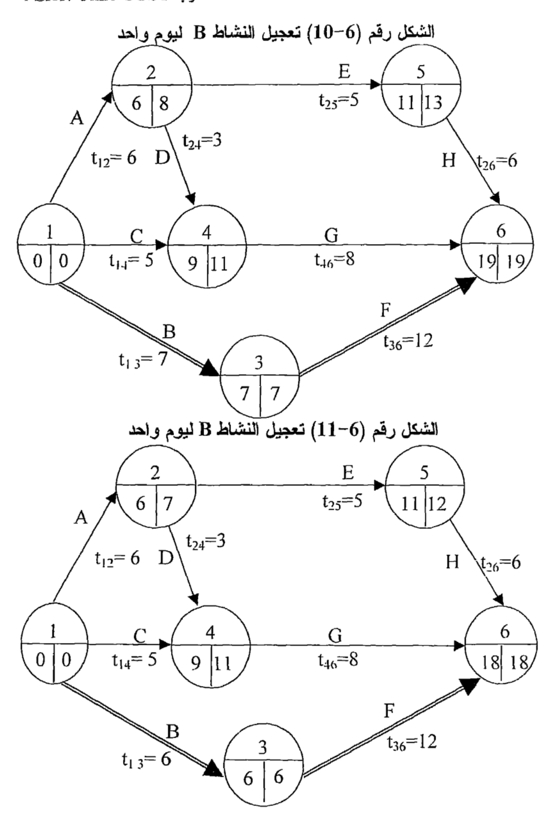
الشكل (6-10)
الشكل (6-11)
الشكل (6-12)
الشكل (6-13)

} تعجيل النشاط B ليوم واحد في كل مرة

الأنشطة Activity	الأحداث From.To	درجة الميل Slop	فترة التعجيل	20		19		18		17		16		15	
				Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost	Time	Cost
A	1→ 2	80	2	6		6		6		6		5	80	4	80
B	1→ 3	90	4	8		7	90	6	90	5	90	4	90	4	
C	1→ 4	30	2	5		5		5		5		5		5	
D	2→ 4	0	0	3		3		3		3		3		3	
E	2→ 5	40	2	5		5		5		5		5		5	
F	3→ 6	200	4	12		12		12		12		12		11	200
G	4→ 6	50	3	8		8		8		8		8		8	
H	5→ 6	0	0	6		6		6		6		6		6	
المجموع					5800		5980		5980		6070		6240		6520

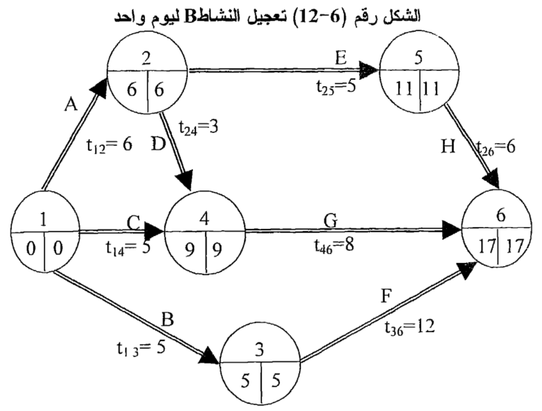
جدول رقم (6−6)كشف تفصيلي بالتكاليف المباشرة في حالة التعجيل التدريجي

الشكل رقم (6-10) تعجيل النشاط B ليوم واحد

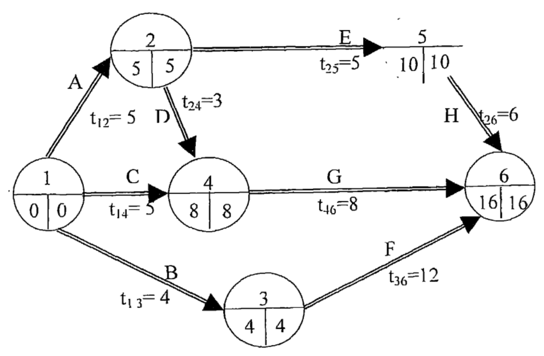


الشكل رقم (6-11) تعجيل النشاط B ليوم واحد

الشكل رقم (6-12) تعجيل النشاطB ليوم واحد

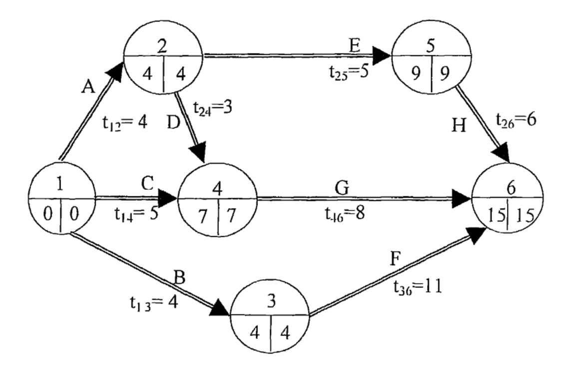


الشكل رقم (6-13) تعجيل النشاط B والنشاط A ليوم واحد



في الشكل (6-14) التالي يتضح ان التعجيل انتقل الى النشاط A حيث لم يعد هناك مدة كافية للتعجيل في النشاط B :

الشكل رقم (6-14) تعجيل النشاط A والنشاط F ليوم واحد

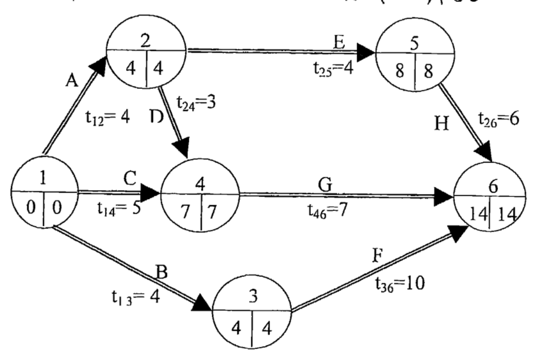


الجدول رقم (6-7) الكشف التفصيلي بالتكاليف المباشرة في حالة التعجيل التدريجي

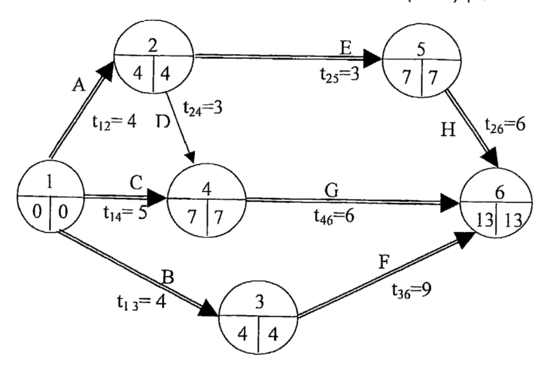
Activity	الأحداث		Slope	فترة التعجيل	14		13	
	From	To			Time	Cost	Time	Cost
A	1 ⟶	3	80	2	4	–	4	–
B	1 ⟶	3	90	4	4	–	4	–
C	1 ⟶	4	30	2	5	–	5	–
D	2 ⟶	4	–	–	3	–	3	–
E	2 ⟶	5	40	2	4	40	3	40
F	3 ⟶	6	200	4	10	200	9	200
G	4 ⟶	6	50	3	7	50	6	50
H	5 ⟶	6	–	3	6	–	6	–
				–	–	6810	–	7100

ونفس الشيء بالنسبة للنشاط E والنشاط F الذي يصبح كل منهما حرجاً ويتم تعجيله بمقدار يومين كما هو واضح في الشكل رقم (6-15)، (6-16). وعلى مرحلتين.

الشكل رقم (6-15) تعجيل النشاط E والنشاط F واالنشاط Gليوم واحد



الشكل رقم (6-16) تعجيل النشاط E والنشاط F والنشاط G ليوم واحد



وعلـــى أســـاس مـــا تقدم يتم تنظيم الجدول رقم (6-8) الذي يعرض للقـــارئ كشـــف بالتكالـــيف المباشـــرة وغـــير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديدالكلف المثلى.

الجدول رقم (6-8) كشف بالتكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديد الكلف المثلى

الكلف / الأيام	20	19	18	17	16	15	14	13
Direct cost	5800	5890	5980	6070	6240	6520	6810	7100
In Direct Cost	3200	3040	2880	2720	2560	2400	2240	2080
Total Cost التكاليف الكلية	9000	8930	8860	8790	8800	8920	9050	9180

نلاحـــظ من الجدول أن أقل كلفة هي (8790) دينار عند اليوم (17) علمـــا بأن آخر يوم تم الوصول إليه أثناء ضغط أيام المشروع هو اليوم (13) بكلفة كلية مقدارها (9180) دينار.

Case study no.2 حالة دراسية رقم (2)

إحـــدى المنشـــآت الإنتاجـــية ترغب في إقامة مشروع يتعلق بتوسيع الطاقة الإنتاجية فيها، وقد توفرت البيانات التالية من هذا المشروع:

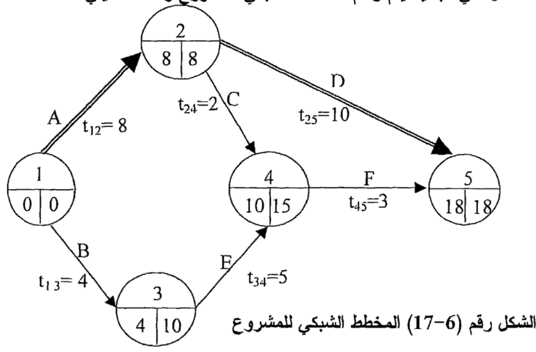
1. التكاليف غير المباشرة عند خط المشروع في عملية التنفيذ هي 500 دينار
2. تحصـــل إدارة المشروع خصم مقدار 25 دينار عن كل يوم تعجيل في زمن الإنجاز.
3. البيانات المتعلقة بأنشطة المشروع وكذلك ما يتعلق تتضح من خلال الجدول رقم (6-9).

جدول رقم (6-9) البيانات المتعلقة بالمشروع

Activity	الأحداث		الإنجاز الاعتيادي		الإنجاز المعجل		فترة التعجيل	الميل Sij
	السابق	اللاحق	Time	Cost	Time	Cost		
A	1 ⟶	2	8	100	6	200	2	50
B	1 ⟶	3	4	150	2	350	2	100
C	2 ⟶	4	2	50	1	90	1	40
D	2 ⟶	5	10	100	5	400	5	60
E	3 ⟶	4	4	100	1	200	4	25
F	4 ⟶	5	3	80	1	100	2	10
				580				-

المطلــوب: تحديــد أقل كلفة كلية ممكنة للإنجاز يصبح عندها الوقت النهائي لإكمـــال المشــروع أقل ما يمكن، وما هي أخر كلفة كلية يمكن أن يصل إليها المشروع خلال مراحل التعجيل.

الحل: في البداية يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع وذلك كما يلي:



الشكل رقم (6-17) المخطط الشبكي للمشروع

إن الكشف التفصيلي الخاص بالتكاليف المباشرة في حالة التعجيل التدريجي هو كما في الجدول رقم (6-10). أما الأشكال التي توضح المخططات الشبكية بعد إجراء عمليات التعجيل التدريجي لكل من النشاط A في البداية ومن ثم النشاط D وأخيراً النشاط F فهي موضحة كما في أرقام الأشكال التالية :-

الشكل رقم (6-18)

الشكل رقم (6-19)

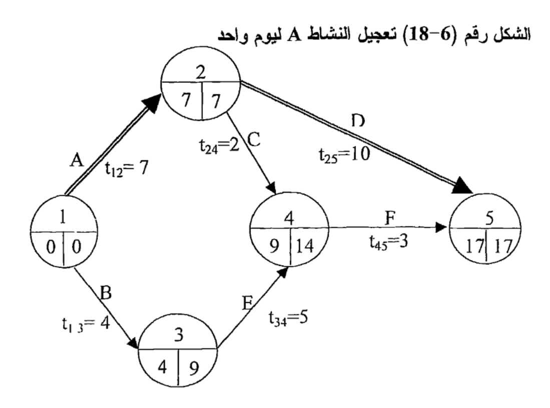
الشكل رقم (6-20)

الشكل رقم (6-21)

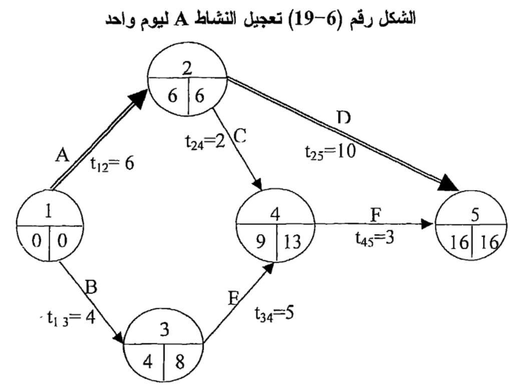
الشكل رقم (6-22)

الشكل رقم (6-23)

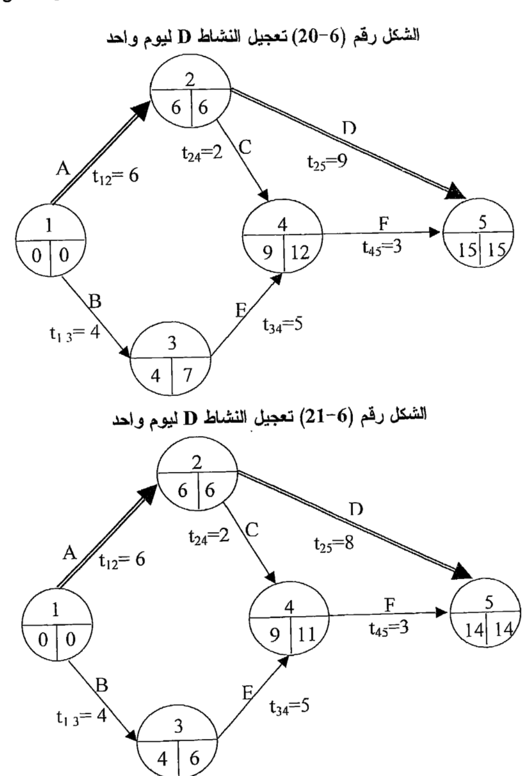
الشكل رقم (6-18) تعجيل النشاط A ليوم واحد



الشكل رقم (6-19) تعجيل النشاط A ليوم واحد

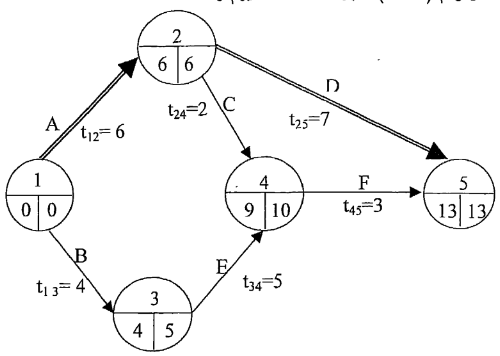


الشكل رقم (6-20) تعجيل النشاط D ليوم واحد

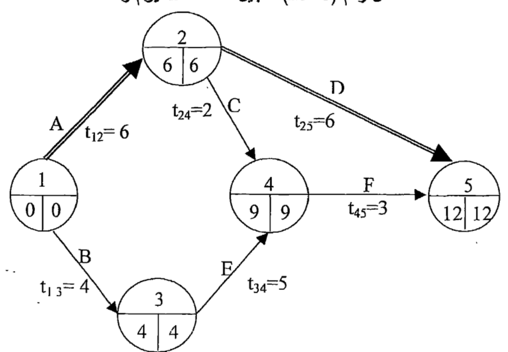


الشكل رقم (6-21) تعجيل النشاط D ليوم واحد

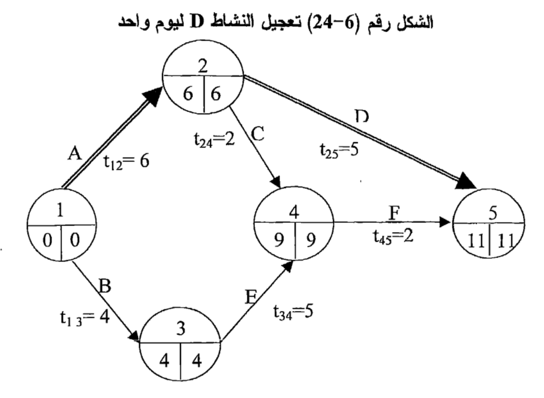
الشكل رقم (6-22) تعجيل النشاط D ليوم واحد



الشكل رقم (6-23) تعجيل النشاط D ليوم واحد



الشكل رقم (6-24) تعجيل النشاط D ليوم واحد



بعـد إكمـال عمليات التعجيل يتم تنظيم جدول خاص بالتكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الكلية ، وذلك كما هو واضح في الجدول رقم (6-11)

جدول رقم (6-11) كشف بالتكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف الكلية مع تحديد المدة المثلى .

Time / Cost	18	17	16	15	14	13	12	11
Direct Cost	**580**	**630**	**680**	**740**	**800**	**860**	**920**	**990**
In Direct Cost	**500**	**475**	**450**	**425**	**400**	**375**	**350**	**425**
Total Cost	**1080**	**1105**	**1130**	**1165**	**1200**	**1235**	**1270**	**1315**

نلاحـظ مـن الحل الوارد في الجدول أعلاه أن أقل تكلفة هي(1080) دينار عند اليوم (18) علما بأن آخر يوم وصلت إليه أثناء ضغط أيام المشروع هو اليوم (11) بكلفة كلية مقدارها (1315) دينار.

إن مـــتخذ القرار يمكنه اللجوء الى بدائل مختلفة تساعده على تقصير واختزال الوقت، وذلك مثل:

1.استخدام أموال إضافية، وذلك لدعم عملية توظيف عاملين جدد أو استخدام مكائن أكثر فاعلية.

2.تعديل بعض احتياجات وخصائص العمل المطلوب إنجازه.

3.الاعتماد على عناصر من الموارد البشرية والمادية ذات كفاءة عالية.

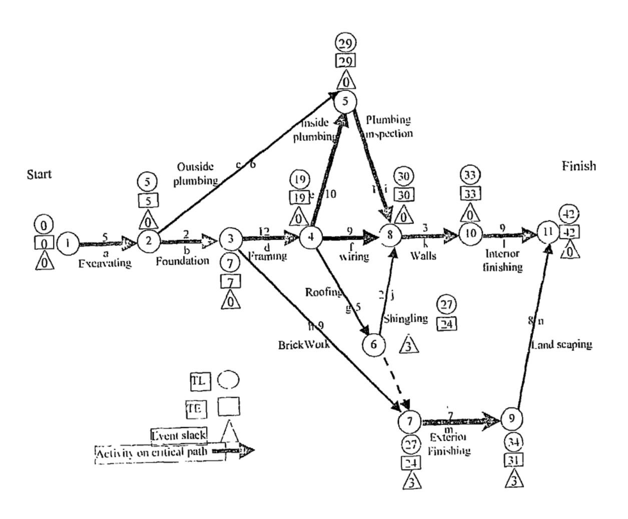
4.تنفيذ بعض الفعاليات بشكل متوازي.

5.تحويـــل الموارد المادية وغير المادية في الأنشطة والمسارات غير الحرجة إلى الأنشطة والمسارات الحرجة.

إن اســـتخدام (PERT-Time- Cost) يمكـــن مـــتخذ القرار من خلق بدائل مخـــتلفة، تساعد في اتخاذ القرارات الناجحة في مستويات المشروع المختلفة، وذلك من اجل تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة، بأقل كلفة واقل الأوقات الممكنة.

دراسة حالة رقم 3 — Case Study No.3

إن هـــذه الحالـــة تعـــتمد على نفس بيانات المثال السابق الوارد في الفصول السابقة والشكل رقم (6–25) يمثل المخطط الشبكي للمشروع .


Start
Finish
a
Excavating
b
Foundation
Outside
plumbing
d
Framing
Inside
plumbing
Plumbing
inspection
f
wiring
k
Walls
Interior
finishing
Roofing
Shingling
BrickWork
Exterior
Finishing
Land scaping
TL
TE
Event slack
Activity on critical path

من الشكل السابق يتضح أن وقت المسار الحرج هو (42) وإن هذا الشكل سوف يكون المرتكز الأساسي في عملية المبادلة بين الكلفة والوقت Trade off Cost-Time والتي يطلق عليها أحياناً أسلوب إعادة التخطيط وتسوية الكلف باسلوب بيرت ، أي:

Replanning and Adjustment with PERT.

ويعتـــبر هـــذا الشكل هو القاعدة الأساس في كافة العمليات اللاحقة والتي من شأنها أن تبادل الكلف بالوقـــت والعكـــس .ولذلك يطلـــق على هـــذا الشكل (25-6)باعتباره الخطة رقم (1) (Plan No.1).

ان البيانات المتعلقة بهذا المثال والذي يوضح الكلف لكل نشاط في حالة النشاط الاعتـــيادي Regular (والذي سبق ان اسميناه بالمصطلح Normal وكذلك الأنشطة المعجلة Crash ، تتضح من خلال الجدول رقم (6-12) .

جدول رقم (6-12) بيانات المشكلة الكلفوية للأنشطة في حالة التعجيل والحالة الاعتيادية .

	الأنشطة	الأزمنة المتوقعة EXPECTED ACTIVITY TIME		التكاليف المباشرة DIRECT COST		كلفة التعجيل لليوم الواحد Additional Cost Per day Saved
	Activity	Regular الاعتيادية	Crash المعجلة	Regular الاعتيادية	Crash المعجلة	
(a)	Excavating	5days	4days	$1,000	$1,300	$300
(b)	Pour foundation	2	2	500	500	-
(c)	Outside Plumping	6	4	900	1,300	200
(d)	Framing	12	8	2,400	2,800	100
(e)	Inside Plumping	10	7	1,500	2,100	200
(f)	Wiring	9	6	1,800	2,250	150
(g)	Roofing	5	3	1,000	1,400	200
(h)	Brickwork	9	7	1,800	2,150	175
(i)	Plumping inspection	1	1	50	50	-
(j)	Shingling	2	2	400	400	-
(k)	Cover walls	3	2	300	425	125
(l)	Interior finishing	9	8	1,500	1,725	225
(m)	Exterior finishing	7	5	1,200	1,650	225
(n)	Landscaping	8	4	2,000	2,100	25
				$16,350	$20,150	

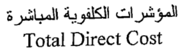
إن عمليات المبادلة بين الكلفة والوقت تتم على أساس نفس المبادئ والقواعد الوارد ذكرها سابقا، وبشكل عام يمكن عرض نتائج هذه العمليات الحسابية كما هو واضح في الجدول رقم (6-13)

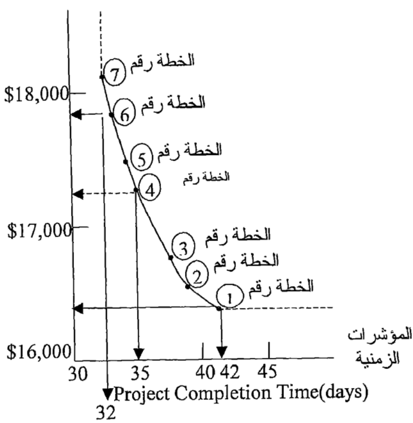
جدول رقم (6-13) نتائج عملية المبادلة بين الكلفة والوقت

Potential Home-Building Project Plans, Listed in Increasing Order of Additional Cost Per Day Saved

خطة المشروع Project Plan	Project Completi on Time	مجموع التكاليف المباشرة Total Direct Cost	Last Activity Crashed	الكلف الاضافية لكل يوم Additio nal Cost per Day Saved	Critical Path المسار الحرج
1	42 days	$16.350	None	-	a-b-d-e-i-k-l
2	38	16.750	D by 4 days	$100	a-b-d-e-i-k-l
3	37	16.875	K by 1 day	125	a-b-d-e-i-k-l
4	35	17.275	E by 2 days	200	a-b-d-e-i-k-l
					a-b-d-f-k-l
					a-b-d-g-m-n
5	34	17.525	I by 1 day	225	a-b-d-g-k-l
			N by 1 day	25	a-b-d-e-i-k-l
				250	a-b-d-e-i-k-l
6	33	17.825	A by 1 day	300	a-b-d-e-i-k-l
					a-b-d-f-k-l
					a-b-d-g-m-n
			E by 1 day	200	a-b-d-e-i-k-l
7	32	18.200	F by 1 day	150	a-b-d-f-k-l
			N by 1 day	25	a-b-d-g-m-n
				375	

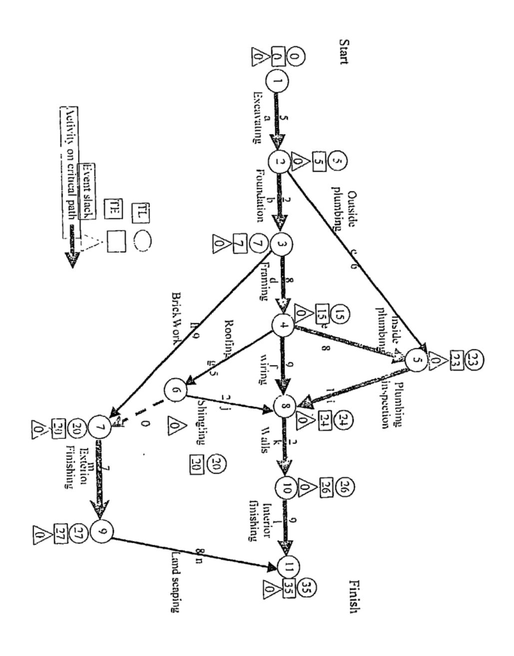
من الجدول رقم (6-13) يتضح ان عملية ضغط الكلفة والوقت بشكل متسلســل ومنــتظم سوف يؤدي في النهاية إلى ظهور مسارات حرجة جديدة وفي بعض الحالات قد لا يؤدي الأمر إلى ظهور مسارات حرجة جديدة أي تبقى الحالــة كمـــا هو واضح من الجدول السابق حيث نلاحظ ان المسارات الحرجة الأربــع الأولى بقيت كما هي رغم أن وقت المسار الحرج قد انخفض من 42 يوم إلى 38 يوم و37 يوم لغاية 35 و 32 يوم على التوالي. وان كل حالة من هذه الحالات يطلق عليها خطة المشروع **Project Plan**، ويلاحظ من الجدول أعلاه ان هنالك سبعة خطط. وهذه الخطط السبعة تربط بين المؤشرات الزمنية والمؤشرات الكلفوية كما هو واضح من الشكل رقم (6-26) ان كل واحدة من خطط المشروع السابقة يتم التعبير عنها بمخطط شبكي مستقل حيث على سبيا المــثال ان الشــكل رقــم (6-25) يعرض الخطة رقم (1) ،والمخطط الشبكي الموضح بالشكل رقم (6-27) يعرض الخطة رقم (4) .



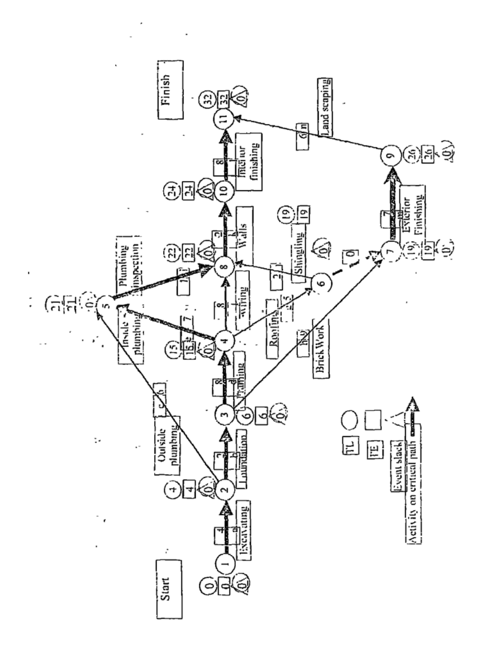


الشكل رقم (6-26): خطط المشروع وعلاقتها بالمؤشرات الكلفوية والزمنية

إن عملية الاستمرار في ضغط الأزمنة على الكلفة يمكن ان تصل في في مثالنا الحالي أقل مدة ممكنة وهي 32 يوم كما هو واضح من الشكل رقم (6- 28) الذي يمثل الخطة رقم (7) ومن المنحنى الوارد في الشكل رقم (6-26) يمكن التعرف على المؤشرات الكلفوية المرتبطة بهذه الخطة. وهذا الأسلوب يؤفر لمتخذ القرار في إدارة المشروع المؤشرات الزمنية والكلفوية اللازمة لاتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة وتنفيذ المشروع ومراجعة النتائج النهائية.



شكل رقم (6-27) المخطط الشبكي الذي يعرض الخطة رقم (4).



شكل رقم (6-28) المخطط الشبكي الذي يعرض الخطة رقم (7)

6. 5. نماذج البرمجة الخطية في أسلوب PERT/Cost-Time

في الفقرة السابقة لاحظنا أن عملية الحل للمشاكل المتعلقة بعملية تعجيل الأزمنة وضغط التكاليف تتم بأسلوب يدوي متسلسل ،حيث أن ذلك كان ممكنا لأن المشروع صغير من حيث عدد الأنشطة ويتسم بالبساطة ،ولكن عندما تكون نشاطات المشروع كبيرة ومعقدة وهناك موارد محدودة في ظل بدائل توزيع مختلفة لها،فإن الأسلوب أعلاه لا ينفع ،لذلك لا بد من اللجوء إلى أساليب أكثر تطوراً، ويتمثل ذلك بأسلوب البرمجة الخطية Linear programming .أن هذا الأسلوب يعتبر ذات كفاءة عالية في تحديد الترتيب والتوقيت الأمثل للنشاطات وخاصة في المشاريع الكبيرة والمعقدة .

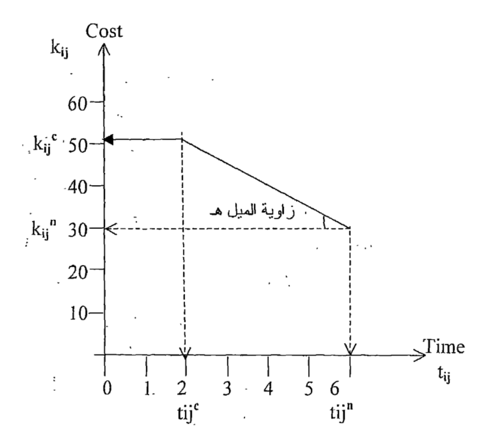
فـــي هــذه الفقــرة سوف نطرح ثلاثة نماذج للبرمجة الخطية تنفع في عملية المبادلة بين الكلفة والوقت، وبالتالي بلوغ أدنى مستوى ممكن للتكاليف وبأقل وقــت ممكــن للإنجاز، ومن اجل تحقيق ذلك نضع عدد من الافتراضات على أســاس الشــكل البيانـــي رقم (6–29) الذي سبق وأن تم عرضه في الفقرة السابقة والافتراضات هي:

نفرض أن

i ⟵ رقم حدث البداية.

j ⟵ رقم حدث النهاية.

الشكل رقم (6–29) العلاقة بين التكاليف المباشرة والوقت وزاوية الميل.



k_{ij}^{c} ⟵ التكاليف المعجلة (المضغوطة)

k_{ij}^{n} ⟵ التكاليف الاعتيادية

t_{ij}^{c} ⟵ (الوقت المعجل المضغوط)

t_{ij}^{n} ⟵ الوقت الاعتيادي

t_{i} وقت وقوع الحدث i

حيث أن: $i=1,2, ... , n$

(على اعتبار أن المشروع يتكون من n من الأحداث ، لذلك فإن الرقم 1 هنا يرمز إلى رقم حدث البداية في المشروع والرمز n يمثل رقم الحدث الذي يعبر عن نهاية المشروع)

T ⟵ الوقت النهائي للمشروع

Sij ⟵ درجة الميل

وعلى أساس ما تقدم يتم توضيح النماذج التالية:

النموذج رقم (1) **Model No.1**

(تسخير الجهود الذاتية في التعجيل بإنجاز المشروع)

إن فكـرة هذا النموذج قائمة على أساس رغبة رب العمل أو صاحب المشروع فـي التعجـيل بالفـترة الزمنية النهائية للإنجاز ، لذلك إذا تطلب الأمر تنفيذ المشـروع فـي وقت معين(وعلى افتراض كان القرار ينص على تنفيذه قبل الفـترة الزمنـية T) ، فـإن ذلك يتطلب تحديد أسلوب وكيفية ترتيب وتوقيت النشـاطات المختلفة، بحيث تكون تكاليف الوصول إلى المدة الصغرى للإنجاز (المـدة المخـتزلة أو المضغوطة) أقل ما يمكن. ويمكن نمذجه هكذا نوع من المشاكل كما يلي:

1.دالة الهدف **Objective function**

$$z = \sum_{i,j} sij(tij^{c} - tij) = \mathbf{Min}$$

2.مستوفياً الشروط التالية:

لجميع قيم j,i $\quad ETj - ETi \geq tij$

لجميع قيم j,i $\quad t^{c}ij \leq tij \leq tij^{n}$

$$tn - t1 \leq \mathbf{T}$$

حيث ان $tij \geq 0$ $\quad (i = 1,2,\ldots, n)$

مما تقدم نستنتج ما يلي:

1.أن قيمة Z في دالة الهدف تمثل التكاليف الصغرى أو المختزلة للمشروع.

2.إن قيمة T يجب أن تكون أكبر أو تساوي مقدار الوقت للمسار الحرج عندما يتم تنفيذ كافة النشاطات في حدود المدة الزمنية الصغرى لها.

3.t_1 ⟵ وقت وقوع الحدث رقم (1).

t_n ⟵ وقت وقوع الحدث الأخير الذي يحمل الرقم (n) .

النموذج رقم (2) **Model No.(2)**

(تسخير الموارد المادية المباشرة في التعجيل بإنجاز المشروع)

إن فكـــرة هذا النموذج قائمة على أساس رغبة رب العمل أو صاحب المشروع تســخير ما هو متوفر من الموارد المادية(الأيدي العاملة، المكائن والمعدات، الأقوال.... الخ) التي تمثل التكاليف المباشرة وذلك لغرض التعجيل بفترة تنفيذ المشروع.

ويمكـــن نمذجه هكذا نوع من المشاكل إذا افترضنا أن كمية ما هو متوفر من الموارد المادية هي B ،لذلك فإن على متخذ القرار في المشروع تخصيص هذه الكمية وتوزيعها بين النشاطات المختلفة في المشروع من اجل التعجيل بإنجاز أزمـــنة المشـــروع والوصـــول إلى اقل وقت ممكن لإنجاز المشروع، الصيغة الرياضية لهكذا نوع من الحالات هو كما يلي:

1-دالة الهدف **Objective Function**

$$Z = (t_n - t_1) \rightarrow Min$$

حيث إن: t_1 ⟵ وقت وقوع الحدث رقم (1)

t_n ⟵ وقت وقوع الحدث الذي يحمل الرقم (n)

2-مستوفيا الشروط التالية:

لجميع قيم j,i $\quad ETj - ETi \geq tij$

لجميع قيم j,i $\quad t^{c}ij \leq tij \leq t^{n}ij$

$$\sum_{i,j} Sij(t^{C}ij - tij) \leq B$$

حيث أن $(I = 1,2,.., n)$

مما تقدم نستنتج الملاحظات التالية:

1-أن قيمة Z في دالة الهدف تمثل المدة الزمنية الصغرى المعجلة أو المضغوطة لإكمال المشروع في حالة تخصيص B من الموارد المادية لذلك.

2-إن حل نموذج البرمجة الخطية أعلاه يؤدي إلى التعرف على الأنشطة التي تستخدم مددها الصغرى في الإنجاز.

النموذج رقم (3) **Model No. 3**

(تسخير الموارد المادية المباشرة وغير المباشرة في التعجيل بإنجاز المشروع).

إن فكرة هذا النموذج قائمة على اساس ما يلي:

1-العلاقة بين التكاليف غير المباشرة وطول مدة المشروع: حيث إذا كانت هذه العلاقة تتصف في كونها ذات صيغة خطية، فإنه يمكن تحديد الفترة الزمنية الصغرى للمشروع T والمدد المثلى لانجاز النشاطات في المشروع.

ومن أجل نمذ4جة هكذا نوع من المشاكل، نفرض أن:

F ⟸ التكاليف غير المباشرة.

عليه فإن :

$F(t_n - t_1)$ ⟸ التكاليف غير المباشرة في وحدة الزمن

حيث أن:

$F(t_n - t_1)$ ← طول مدة المشروع التي هي مجهولة.

2-العلاقة بين التكاليف المباشرة وطول مدة المشروع:

حيث سبق وأن تم توضيح هذه العلاقة في النموذج الثاني، حيث أن التكاليف المباشرة تحسب من العلاقة التالية: $\sum s_{ij}(^c t_{ij} - t_{ij})$

حيث أن:

tij ← هي المدة الزمنية غير المعروفة التي يستغرقها النشاط الواقع بين **j,i**

وعلى اساس ما تقدم الصيغة الرياضية للنموذج الثالث هي كما يلي:

1- دالة الهدف Objective Function

$$Z = F(t_n - t_1) + \sum_{i,j} s_{ij}(^c t_{ij} - t_{ij}) \Rightarrow \textbf{Min}$$

2- مستوفياً الشروط التالية:

لجميع قيم **i,j** $Et_j - ET_i \geq t_{ij}$

لجميع قيم **i,j** $t^c_{ij} \leq t_{ij} \leq t^n_{ij}$

$t_i \geq 0$

حيث أن:

(i=1,2,...,n)

مثال رقم (1):

البيانات الواردة في الجدول أدنا تتعلق باحد المشاريع الإنشائية:

جدول رقم (6-14) البيانات الخاصة بالمشكلة:

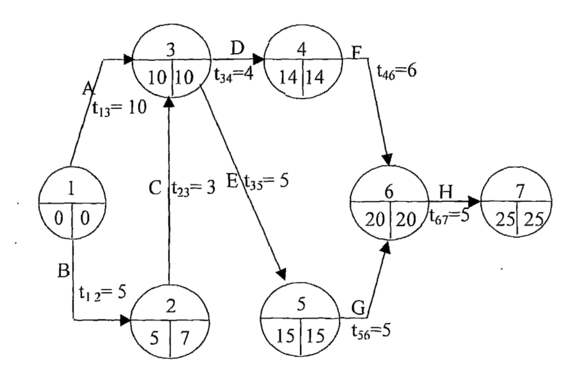
الأنشطة Activity	الأحداث Events	الزمن الاعتيادي (t_{ij}^{n})	الزمن المعجل (t_{ij}^{c})	درجة الميل slop Cost sij
A	(1-3)	10 يوم	7 يوم	4 دينار
B	(1-2)	5 يوم	4 يوم	2 دينار
C	(2-3)	3 يوم	2 يوم	2 دينار
D	(3-4)	4 يوم	3 يوم	3 دينار
E	(3-5)	5 يوم	3 يوم	3 دينار
F	(4-6)	6 يوم	3 يوم	5 دينار
G	(5-6)	5 يوم	2 يوم	1 دينار
H	(6-7)	5 يوم	4 يوم	4 دينار

وقد علمت أن مقدار الكلفة غير المباشرة لليوم الواحد هي 5 دينار.

المطلــوب ما هي المد الصغرى (المعجلة أو المضغوطة) للإنجاز وما هي أقل كلفة كلية (مباشرة وغير مباشرة) اللازمة لذلك.

الحل: في البداية يتم رسم المخطط الشبكي الذي يعبر عن هذا المشروع وذلك كما يلي:

الشكل رقم (6-30) المخطط الشبكي للمشروع



ملاحظة: تم احتساب الأزمنة المبكرة والمتأخرة وفقا للحسابات الأمامية والخلفية التي سبق توضيحها في الفقرات السابقة .

من البيانات المستمدة من الجدول الخاص بالمشكلة نحصل على ما يلي:

النشاط Activity	Sij	t^{n}_{ij}	t^{c}_{ij}	$t^{n}_{ij}-t^{c}_{ij}$	كلفة التعجيل
A	4	10	7	3	12 = 3 ×4
B	2	5	4	1	2 = 1 × 2
C	2	3	2	1	2 = 1 × 2
D	3	4	3	1	3 = 1 × 3
E	3	5	3	2	6 = 2 × 3
F	5	6	3	3	15 = 3 × 5
G	1	5	2	3	3 = 1 × 3
H	4	5	4	1	4 = 1 × 4
المجموع :					47 دينار

علــى أســاس مــا تقدم وبالاستناد إلى الشكل (6−30) نجد أن عدد الأحداث يســاوي سبعة، أي ان رقم الحدث الأخير هو (7) وأن زمن وقوع هذا الحدث يرمز له ($t7$)، عليه فإن:

المدة الزمنية للمشروع هي = (t_7-t_1)

$(25-0)$ =

25 =

التكاليف غير المباشرة في اليوم = $5(t_7-t_1)$

أما بالنسبة للتكاليف المباشرة، فإنها تحسب على اساس مجموع تكاليف تعجيل النشاطات، وتحسب وفقا للعلاقة الرياضية التالية:

$$\left[\sum_{i,j} s_{ij}(t^{c}_{ij} - t_{ij})\right]$$

من الشكل (6–30) الذي يعرض المخطط الشبكي للمشروع يتضح ما يلي:

أولا: إذا تم تنفيذ النشاطات في المدة الطبيعية فإن:

1–وقت تنفيذ المسار الحرج يساوي 25 يوماً.

2–الكلفة الكلية = التكاليف غير المباشرة + التكاليف المباشرة اللازمة لتعجيل الوقت أي أن:

الكلفـــة الكلية = 5(25) + صفر = 125 دينار وذلك لان النشاطات تم تنفيذها بدون تعجيل.

ثانيا: إذا تم تنفيذ النشاطات في مدتها الصغرى (المعجلة او المختزلة) فإن:

1–وقت تنفيذ المسار الحرج يساوي 17 يوما.

2–الكلفة الكلية = التكاليف غير المباشرة + التكاليف المباشرة اللازمة لتعجيل الوقت

الكلفة الكلية = 5(17) + 47 = 132 دينار.

علما بإن التكاليف المباشرة اللازمة للتعجيل حسبت من الجدول ،

لذلك على سبيل المثال بالنسبة للنشاط A فإنها تحسب كما يلي:

$$A \Longrightarrow 4(10-t_{13})$$

وبالنسبة للنشاط B تحسب كما يلي:

$$B \Longrightarrow 2(5-t_{12})$$

وهكذا بالنسبة لبقية الأنشطة، لذلك فإن بالإمكان التعويض عن دالة الهدف كما يلي:

$$Z = F(tn - t1) + \sum_{i,j} Sij(t^{c}ij - tij) \Longrightarrow \text{Min}$$

$$z = 5(t_7 - t_1) + 4(10 - t_{13}) + 2(5 - t_{12}) + 2(3 - t_{23})$$
$$+3(4-t_{34})+3(5-t_{35})+5(6-t_{46})+1(5-t_{56})+4(5-t_{67}) \rightarrow Min$$

مستوفيا القيود التالية:

1-بالنسبة للقيد الأول $ETj - ETi \geq tij$

بالتعويض عن الأزمنة الاعتيادية المتوفرة في المخطط الشبكي تحصل على ما يلي:

$ET3 - ET1 \geq t13$ $\quad 10 - 0 \geq t13$

$ET2 - ET1 \geq t12$ $\quad 5 - 0 \geq t12$

$ET2 - ET2 \geq t23$ $\quad 10 - 5 \geq t23$

$ET4 - ET3 \geq 34$ $\quad 14 - 10 \geq t34$

$ET5 - ET3 \geq t35$ $\quad 15 - 10 \geq t35$

$ET6 - ET4 \geq t46$ $\quad 20 - 14 \geq t46$

$ET6 - ET5 \geq t56$ $\quad 20 - 15 \geq t56$

$ET7 - ET6 \geq t67$ $\quad 25 - 20 \geq t67$

2-بالنسبة للقيد التالي:

$$t^{c}ij \leq t_{ij} \leq t_{ij}^{n}$$

وبالتعويض عن البيانات المتوفرة في المخطط الشبكي نحصل على ما يلي:

$$7 \leq t13 \leq 10$$

$$4 \leq t12 \leq 5$$

$$2 \leq t23 \leq 3$$

$$3 \leq t34 \leq 4$$

$$3 \leq t35 \leq 5$$

$$3 \leq t46 \leq 6$$

$$2 \leq t56 \leq 5$$

$$4 \leq t67 \leq 5$$

وبالنسبة لقيد اللاسلبية فهو: $t_1, t_2 ..., t_7 \geq o$

إن هكذا نموذج رياضي يتم حله باستخدام الحاسوب واحد البرامجيات الجاهزة وذلـك مثل (Win Q . S. B), (Ds For windows) وعندها نحصل على النتائج التالية:

ET1 = 0
ET2 = 5
ET3 = 8
ET 4 = 11
ET 5 = 13
ET6 = 17
ET7 = 21

حيث أن الرقم (Et = 21) وهو الوقت اللازم لانجاز المشروع في حالة ضغط الأزمنة والتكاليف:

أما النتائج الأخرى فهي:

$t_{13} = 8$, $t_{12} = 5$, $t_{23} = 3$, $t_{34} = 3$, $t_{35} = 5$
$t_{46} = 6$, $t_{56} = 4$, $t_{67} = 4$

وهذا يعني ان المدة الصغرى لتنفيذ المشروع هو (21) يوما وأن الكلفة الكلية الصغرى للمشروع هي (121) دينار.

ويلاحـظ مـن هـذه النتائج، ان النشاط A تم تعجيله بمقدار يومين، بينما تم تعجيل كل من النشاط D, H , G يوماً واحدا وان جميع النشاطات هي حرجة.

6.6 جدولة الكلف حسب وقت الابتداء المبكر والمتأخر:

أن عملـية جدولـة الكلـف حسـب الأزمنة المبكرة والمتأخرة تعتبر امتدادا للاسلوب السابق PERT/Time-Cost ، حيث ان متخذ القرار في المشروع يبحـث عـادة عـن الصـيغ المثلى التي بموجبها يتمَ توزيع الموارد المادية المـتوفرة، وهذه الموارد يمكن التعبير عنها بوحدات نقدية وذلك بالنسبة لكل نشاط في المشروع، وذلك باعتبارها كلف مباشرة، مثل:

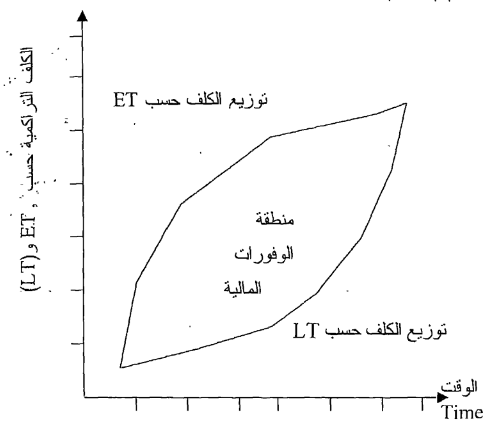
1-التكاليف المرتبط بالاجور والحوافز المدفوعة للعاملين.
2-التكاليف المرتبطة بعملية تشغيل المكائن والمعدات.
3-التكاليف المتعلقة بالمواد الأولية الأساسية والمساعدة.
4- التكاليف الأخرى .

وتظهـــر الكلف المذكورة اعلاه بشكل تفصيلي أو بشكل عام ضمن أنشطة المشـــروع، وذلك لبيان ما تم إنفاقه من موارد في كل نشاط وفي كل مرحلة. ومـــن أجـــل معالجة هكذا مشكلة، يتطلب الأمر توزيع الكلف المذكورة ضمن الســـقف الزمني للمشروع الذي يتم التعبير عنه من خلال زمن المسار الحرج ضمن المخطط الشبكي للمشروع.

يعتبر هذا الأسلوب تخطيطي ورقابي فعال وخاصة في مجال إنفاق الموارد المالـــية بالنســـبة لكل واحد من الأنشطة حيث يعرض المخطط الشبكي تكاليف إنجـــاز كـــل نشاط (cij) وكذلك الوقت اللازم لإنجازه (tij) أي أن هناك كلفة وزمـــن لكل نشاط وان مقدار هذه الكلفة يرتبط بعلاقة وثيقة مع الزمن الخاص بالإنجـــاز. وإذا علمـــنا أن هـــناك نوعين من الأزمنة الخاصة بإنجاز الأنشطة وهي:
1-الوقت المبكر للإنجاز **Early Time (ET)**.
2-الوقت المتأخر للإنجاز **Later Time (LT)**.

إن لكـــل واحـــدة مـــن هذه الأزمنة تأثير مغاير عن الآخر في حسابات المشروع رغم أنهما في النهاية متساويان من حيث النتيجة. أي يمكن اعتماد الوقت المبكر للإنجاز (ET) في حساب أزمنة المشروع وتراكم التكاليف التي تـــم إنفاقها خلال السقف الزمني المحدد لإنجاز المشروع. وكذلك يمكن اعتماد

الوقــت المــتأخر للإنجاز (LT) لنفس الغرض وبما يؤدي إلى الحصول على نفس النتيجة. وهو يعني ان خط الشروع واحد وخط النهاية واحد عدا المنطقة الوسطى حيث تكون مفتوحة وهي تعبر عن اختلاف في التراكمات الكلفوية في وحــدة الزمن بالنسبة لكل من (ET) و (LT) وكما هو موضــح في الشكل رقم (6-31).



الشكل رقم (6-31) تراكم الكلف حسب الوقت المبكر للإنجاز (ET) والوقت المتأخر للإنجاز (LT).

إن المـــنطقة الواقعة في منتصف المنحنى تمثل مقدار الفروقات المالية التـــي يمكـــن الحصول عليها فيما لو تم اتباع اسلوب توزيع الكلف او الإنفاق المالية وفق أزمنة الإنجاز المتأخر. ومن أجل توضيح فكرة هذا الموضوع نأخذ المثال التطبيقي التالي:

مـــثال رقـــم (1): إحدى المنشآت الإنتاجية ترغب في إقامة مشروع صناعي معين خلال سنة 2004 وقد تقدم أحد المقاولين لتنفيذ المشروع المذكور، وتم الحصول على البيانات المتعلقة بالمشروع من السجلات الخاصة بالمقاول.

المطلوب:

1-رسم المخطط الشبكي الذي يعبر عن المشروع مع تثبيت البيانات.

2-حســـاب الأوقـــات المبكرة(ET) والأوقات المتأخرة (LT) وتحديد المسار الحرج (C.P.M).

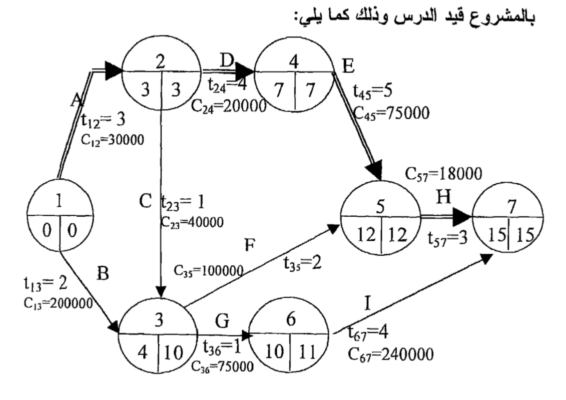
3-توزيـــع الكلـــف حسب وقت الابتداء المبكر (ET) و وقت الابتداء المتأخر (LT) من خلال الكشوفات المالية.

4-تحديـــد مقدار الوفورات المالية التي يمكن ان يستفيد منها المقاول وتساهم في ترشيد قراراته المالية، وضح ذلك مع الرسم .

الجدول الخاص ببيانات المشروع هو كما يلي:

Activity	الأحداث		Time (Month)	Cost (Dinar)
A	1	2	3	30.000
B	1	3	2	200.000
C	2	3	1	40.000
D	2	4	4	20.000
E	4	5	5	75000.000
F	3	5	2	100000.000
G	3	6	1	75.000
H	5	7	3	18.000
I	6	7	4	240.000

الحـــل: إن حـــل المـــثال، يتطلـــب فـــي البداية رسم المخطط الشبكي الخاص بالمشروع قيد الدرس وذلك كما يلي:



الشكل رقم (6-32) المخطط الشبكي للمشروع

وبعد أن تم رسم المخطط الشبكي للمشروع يتطلب الأمر إعداد جدول يتضـمن كافة البيانات اللازمة لتنظيم كشف توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المبكرET.

الجدول رقم (6-15) البيانات اللازمة لحساب جدول توزيع الكلف حسب الوقت المبكر للإنجاز (ET)

Activity	Time	Cost	Cost (Month)	ET
A	3	30.000	10.000	0
B	2	20.000	100.000	0
C	1	40.000	40.000	3
D	4	20.000	5.000	3
E	5	75000	15.000	7
F	2	100000	50.000	4
G	1	75.000	75	4
H	3	18.000	6	12
I	4	240.000	60	5

وكمـا هو واضح من الجدول (6-15) تتضح عملية توزيع الكلف بالنسبة لكل نشـاط بعـد أن تم تقسيم التكاليف على عدد الوحدات الزمنية مع تحديد زمن الابـتداء المبكر لكل نشاط، وعلى أساس البيانات المذكورة والبيانات والواردة في الشكل (6-32) أعلاه الذي منه يتم اعتماد مقدار طول المسار الحرج وهو (15) شـهر، يـتم تنظيم الجدول رقم (6-16) الذي هو الكشف الذي يوضح عملـية توزيـع الكلف طبقا لوقت الابتداء المبكر(ET) ضمن السقف الزمني البالغ طوله 15 شهر .

Activity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	10000	10000	10000												
B									100000	100000					
C										40000					
D				5000	5000	5000	5000								
E								15000	15000	15000	15000	15000			
F											50000	50000			
G											75000				
H													6000	6000	6000
I												60000	60000	60000	60000
Total	10000	10000	10000	5000	5000	5000	5000	15000	115000	155000	140000	125000	66000	66000	66000
تكلف التراكمية	10000	20000	30000	35000	40000	45000	50000	65000	180000	335000	475000	600000	666000	732000	798000

جدول رقم (6-16) توزيع لكلف حسب وقت الابتداء المبكر (ET)

وفـــي الخطـــوة التالية يتم إعداد جدول البيانات اللازم لتنظيم الكشف الآخـــر الذي بموجبه يتم توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر (LT) وإن جـــدول البـــيانات المقصود هنا يفترض أن نحصل منه على الأزمنة والتكاليف بالنســـبة لكل نشاط مع تحديد وقت الابتداء المتأخر المعدل($\overline{LT}$) وهذه القيم الأخيرة يتم الحصول عليها من خلال الاستعانة بالعلاقات الرياضية التالية[1].

$$Sij = LTj - tij - Eti$$

$$\overline{LT} = ET + Sij$$

إن الجدول رقم (6-17) يوضح كافة البيانات المطلوبة لحساب عملية توزيـــع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر (LT) على أساس السقف الزمني للمســـار الحـــرج البالغ 15 شهر، وعلى أساس هذا الجدول يتم تنظيم الجدول الآخـــر الخـــاص بتوزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر(LT) كما جاء في الجدول (6-18) .

وعلى أساس الجداول الخاصة بتوزيع الكلف وقت الابتداء المبكر(ET) وحســـب وقـــت الابـــتداء المـــتأخر(LT) وعلى وجه التحديد الكلف التراكمية الـــواردة فـــي الجـــداول المذكورة يتم تنظيم الشكل البياني رقم (6-33) الذي يوضح سلوك الكلف لكل من وقت الابتداء المبكر(ET) ووقت الابتداء المتأخر (LT) [2] وكيفـــية ظهـــور مـــنطقة الوفـــورات المالية، كما يمكن بيان قيمة الوفورات المالية المـــذكورة من خلال جدول خاص يعد لذلك وهو الجدول رقم (6-19) .

(1) لمزيد من التفاصيل المتعلقة بعمليات الحساب لهذه العلاقات الرياضية يمكن مراجعة مؤيد عبد الحسين الفضل، علي حسين الحديثي، نجاح باقر شبر،(نفس المصدر السابق) ،ص 120

(2) لا يوجد فرق من حيث المبدأ بين ((LT، LT المعدل)) .

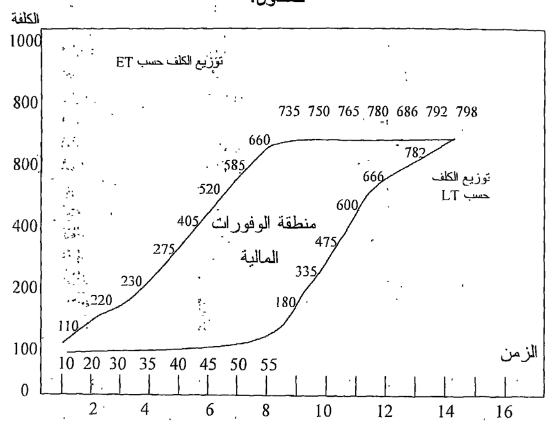
جدول رقم (6-17) يوضح كافة البيانات المطلوبة لحساب عملية توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر (LT)

Activity	Time	Cost	Cost Month	ET	Sij	LT
A	3	30000	10000	0	0	0
B	2	200000	100000	0	8	8
C	1	40000	40000	3	6	9
D	4	20000	5000	3	0	3
E	5	75000	15000	7	0	7
F	2	100000	50000	4	6	10
G	1	75000	75000	4	6	10
H	3	18000	6000	12	0	12
I	4	240000	60000	5	6	11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0000	10000	10000												
00000	100000													
			40000											
			5000	5000	5000	5000								
							15000	15000	15000	15000	15000			
				50000	50000					50000	50000			
				75000						75000				
												6000	6000	6000
					60000	60000	60000	60000						
10000	110000	10000	45000	130000	115000	65000	75000	75000	15000	15000	15000	6000	6000	6000
10000	220000	230000	275000	405000	520000	585000	660000	735000	750000	765000	780000	786000	792000	798000

جدول رقم (18-6) توزيع لكلف حسب وقت الابتداء المبكر (ET)

شكل رقم (6-33) توزيع الكلف التراكمية Cumulative Costs بيانياً حسب وقت الابتداء المبكر (ET) ووقت الابتداء المتأخر (LT) مع تحديد منطقة الفروقات المالية (أو الوفورات المالية) التي تعبر عن حدود المناورة المالية للمقاول.



شكل رقم (6-33) توزيع الكلف التراكمية بيانياً حسب وقت الابتداء المبكر والمتأخر

الجدول رقم (6-19) مقدار الوفورات المالية

Time	الكلف التراكمية حسب التوزيع بموجب وقت الابتداء المبكر (ET)	الكلف التراكمية حسب التوزيع بموجب وقت الابتداء المتأخر (LT)	الفرق (الوفورات المالية)
1	110000	10000	100000
2	220000	20000	200000
3	230000	30000	200000
4	275000	35000	240000
5	405000	40000	365000
6	520000	45000	475000
7	585000	50000	535000
8	660000	65000	595000
9	735000	180000	555000
10	750000	335000	415000
11	765000	475000	290000
12	78000	600000	180000
13	786000	666000	120000
14	792000	732000	60000
15	798000	798000	000000

من الجدول (6-19) أعلاه يتضح أن الحقل الأخير فيه مقدار الفروقات المالية التي يمكن أن يحصل عليها المقاول فيما لو تم اعتماد طريقة الكلف حسب طريقة الابتداء المتأخر، كما وان هذه الوفورات المالية تمثل بالنسبة له ما يشبه القروض المجانية التي يستطيع الاستفادة منها خاصة في بداية تشغيل المشروع حيث يكون بحاجة إلى السيولة النقدية. ومن هنا لابد من التذكير

بمسألة مهمة وهي أن هذا الجدول الأخير بالإضافة إلى الجداول السابقة يمثل القـــاعدة الأساسية التي يمكن أن يعتمد عليها المقاول أو متخذ القرار من اجل ترشـــيد اســـتخدام المـــوارد المالية المتوفرة لديه بما يؤدي إلى تحقيق أفضل النتائج.

دراسة حالة رقم (1) Case Study No.1.

أحد المشاريع الإنشائية في إحدى الوزارات، رصد له مبلغ **1,805,000** وكانت البيانات الخاصة بهذا المشروع كما في الجدول التالي:

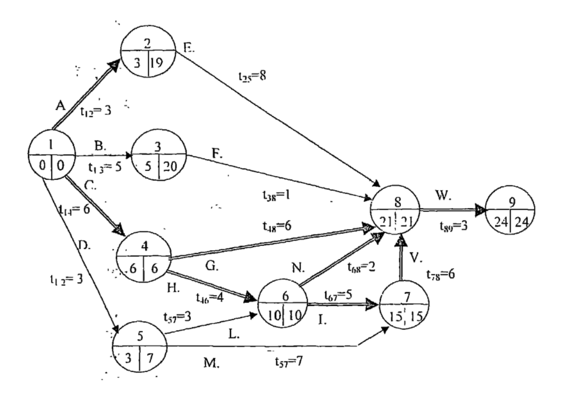
جدول رقم (6-20) البيانات المتعلقة بالمشروع

التفاصيل	الانشطة Activity	الاحداث Events البداية	النهاية	Time Month الزمن	Cost التكاليف
تنظيف الموقع وحفر الأسس	A.	(1	2)	3	150.000
صب الأسس الأرضية	B.	(1	3)	5	100.000
صب السقوف	C.	(1	4)	6	120.000
بناء القواطع الجانبيه	D.	(1	5)	3	90.000
بناء الأرضيات والممرات الداخلية	E.	(2	8)	2	300.000
مد التأسيسات الكهربيائية	F.	(3	8)	1	75.000
مد التأسيسات الصحية	G.	(4	8)	6	120.000
بناء السقوف والجدران الثانوية	H.	(4	6)	4	80.000
اعمال الصبغ والديكور	L.	(5	6)	3	60.000
بناء الممرات الخارجية والحدائق	M.	(5	7)	7	140.000
نصب القواعد الخاصة بالأجهزة	N.	(6	8)	2	50.000
نصب محول الكهرباءوالشبكةالخارجية	I.	(6	7)	5	100.000
نصب البوردات والمفاتيح الداخلية	V.	(7	8)	6	120.000
نصب الأجهزة الخاصة بالعمل	W.	(8	9)	3	300.000
مليون وثمانمائة وخمسة الف دينار لا غيرها					1.805.000

المطلوب : توزيع وجدولة الكلف حسب LT,ET بالشكل الأمثل مع بيان حجم الوفورات المالية التي يمكن أن تتحقق طبقاً لذلك .

الحل :

يـــتم حســـاب الأزمنة المبكرة ET والمتأخرة LT ،وذلك بعد أن يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع وذلك كما هو واضح في الشكل (6-34) .



مـــن الشـــكل رقم (6-34) الذي يمثل المخطط الشبكي للمشروع يتضح ظا هناك عدة من المسارات الحرجة وهي كما يلي :

المسار الحرج الأول

C → H → I → V → W

6 + 4 + 5 + 6 + 3 → 24

المسار الحرج الثاني

C → G → W

6 + 6 + 3 →15

المسار الحرج الثالث

C → H → N →W

6 + 4 + 2 + 3 → 15

الجدول رقم (6-21) البيانات اللازمة لتوزيع الكلف حسب وقت الابتداء المبكر (ET)

Activity	Events الأحداث		Time Month	وقت الابتداء المبكر	Cost To each month
	البداية	النهاية			
A	1 →	2	3	0	50 000
B	1 →	3	5	0	20 000
C	1 →	4	6	0	20 000
D	1 →	5	3	0	30 000
E	2 →	8	2	3	150 000
F	3 →	8	1	5	75 000
G	4 →	8	6	6	20 000
H	4 →	6	4	6	20 000
L	5 →	6	3	3	20 000
M	5 →	7	7	3	20 000
N	6 →	8	2	10	25 000
I	6 →	7	5	10	20 000
V	7 →	8	6	15	20 000
W	8 →	9	3	21	100 000

على أساس الجدول رقم(6-21) والبيانات التي وردت في الحالة الدراسية يتم إعداد الجدول رقم (6-22) الذي يوضح كيفية توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المبكر (ET) . ويتضح من الجدول المذكور ان المحور الأفقي الواقع في أعلى الجدول يمتد الى 24 شهرا وهي المدة المحددة لإنجاز المشروع . اما المحور العمودي فهو يتضمن الأنشطة المتعلقة بالمشروع المذكور . وفي اسفل الجدول نلاحظ حقل المجموع العمودي للكلف بالنسبة لكل شهر من الأشهر الـ(24) الواردة في اعلى الجدول، أما الكلف التراكمية فهي التي تتراكم من شهر الى آخر لغاية بلوغ المجموع الكلي والنهائي الذي يجب ان يكون مساوياً للمقدار1805000 دينار.

الخطوة التالية يتم بموجبها إعداد الجدول الذي منه يتم الحصول على البيانات اللازمة لتوزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر وهو الجدول رقم(6-23) .

ACTIVITY	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	2
A		50000	50000	50000																					
B		20000	20000	20000	20000	20000																			
C		20000	20000	20000	20000	20000	20000																		
D		30000	30000	30000																					
E					150000	150000																			
F							75000																		
G								20000	20000	20000	20000	20000	20000												
H								20000	20000	20000	20000														
L					20000	20000	20000																		
M					20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000														
N												25000	25000												
I												20000	20000	20000	20000	20000									
V																	20000	20000	20000	20000	20000	20000			
W																							100000	100000	10000
TOTAL		120000	120000	120000	230000	230000	135000	60000	60000	60000	60000	65000	65000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	100000	100000	10000
الكلف التراكمية		210000	240000	360000	590000	820000	955000	1015000	1075000	1135000	1185000	1260000	1325000	1345000	1395000	1385000	1405000	1425000	1445000	1465000	1485000	1505000	1605000	1705000	180500

جدول رقم(6-22) البيانات اللازمة لتوزيع الكلف حسب الابتداء المبكر(ET)

جدول رقم(6-23) البيـــانات الـــلازمـــــة لتوزيع الكلف حسب الابتداء المتأخر(LT).

Activity	الأحداث Events النهاية البداية	Time Month	ET	Sij	LT	Cost
A	1 ⟶ 2	3	0	16	16	50 000
B	1 ⟶ 3	5	0	15	15	20 000
C	1 ⟶ 4	6	0	0	0	20 000
D	1 ⟶ 5	3	0	4	4	30 000
E	2 ⟶ 8	2	3	16	19	150 000
F	3 ⟶ 8	1	5	15	20	75 000
G	4 ⟶ 8	6	6	9	15	20 000
H	4 ⟶ 6	4	6	0	6	20 000
L	5 ⟶ 6	3	3	4	7	20 000
M	5 ⟶ 6	7	3	4	7	20 000
N	6 ⟶ 8	2	10	9	19	25 000
I	6 ⟶ 7	5	10	0	10	20 000
V	7 ⟶ 8	6	15	0	15	20 000
W	8 ⟶ 9	3	21	0	21	100 000

وعلـــى أســـاس الجدول السابق يتم إعداد الجدول رقم (6-24) الذي يوضح كيفية توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر(LT).

CTIVITY 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	2
A																	50000	50000	50000					
B																20000	20000	20000	20000	20000				
C	20000	20000	20000	20000	20000	20000																		
D					30000	30000	30000													15000	150000			
E																					75000			
F																20000	20000	20000	20000	20000	20000			
G																								
H																								
L																								
M										20000	20000	20000	20000											
N											20000	20000	20000							25000	25000			
I											20000	20000	20000	20000	20000									
V																20000	20000	20000	20000	20000	20000			
W																						100000	100000	10000
TOTAL	20000	20000	20000	20000	50000	50000	50000	60000	60000	60000	40000	40000	40000	40000	20000	60000	110000	110000	110000	235000	290000	100000	100000	10000
تكلف التراكمية	20000	40000	60000	80000	130000	180000	230000	290000	350000	410000	450000	490000	530000	570000	590000	650000	760000	890000	980000	1215000	1505000	1605000	1705000	180500

جدول رقم (6-24) توزيع الكلف حسب وقت الابتداء المتأخر (LT)

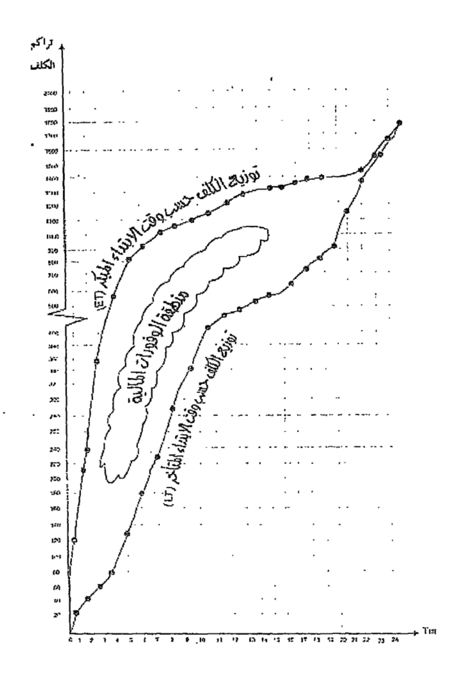
الخطوة التالية يتم بموجبها اعداد الجدول (6-25) الذي يوضح مقدار الوفورات المالية التي يتم الحصول عليها وذلك بالاعتماد على الجداول السابقة .

جدول (6-25) حساب الوفورات المالية لكل فترة زمنية البالغة 24 شهر

الأشهر	الكلف التراكمية (1) حسب ET	الكلفة التراكمية (2) حسب LT	الفرق بين (1) و(2) الوفورات المالية
1	210,000	20,000	190,000
2	240,000	40,000	200,000
3	360,000	60,000	300,000
4	590,000	80,000	510,000
5	820,000	130,000	690,000
6	955,000	180,000	755,000
7	1015,000	230,000	785,000
8	1075,000	290,000	785,000
9	1035,000	350,000	685,000
10	1195,000	410,000	785،000
11	1260,000	450,000	810,000
12	1325,000	490,000	835,000
13	1345,000	530,000	815,000
14	1365,000	570,000	795,000
15	1385,000	590,000	795,000
16	1405,000	650,000	755,000
17	1425,000	760,000	665,000
18	1445,000	890,000	555,000
19	1465,000	980,000	485,000
20	1485,000	1215,000	270,000
21	1505,000	1505,000	000,000
22	1605,000	1605,000	000,000
23	1705,000	1705,000	000,000
24	1805,000	1085,000	000,000

مــن الجــدول رقم (6-25) يتضح مقدار الوفورات المالية والتي هي بمثابة قــروض مجانية جاءت من نفس الجهة التي قامت بعملية الإنفاق، بمعنى آخر لو أن إدارة المشروع أو الجهة المسؤولة عن تنفيذ المشروع اعتمدت أسلوب التنفيذ للمشروع الذي يستند إلى وقت الابتداء المتأخر(LT)في عملية حساب الأزمــنة وتحقــق الإنفــاق، فإن ذلك سوف يؤدي إلى تحقيق هذه الوفورات المالــية(القــروض المجانية) بالقياس إلى طريقة التنفيذ المستندة إلى الوقت المبكر ET لتنفيذ المشروع ، ويعني ذلك أن منفذ المشروع يقرض نفسه مبلغاً من المال وفق مفهوم المحللين المتخصصين بالعلوم المالية والإدارية .

ويلاحــظ من جدول رقم (6-24) وكذلك الجدول رقم (6-25) أيضاً أن منفذ المشــروع يمكن أن يقوم بعملية تنفيذ انشطة فيما لو كان لديه مبالغ قليلة من السيولة النقدية لو اتبع أسلوب التنفيذ المسند إلى الوقت المتأخر بحيث أنه في الشهر السابع من مراحل التنفيذ حسب LT يمكن أن يحتاج ما هو مطلوب منه فــي الشهر الأول فيما لو اعتمد أسلوب ET، ومن الجدير بالذكر هنا أنه في نهايــة المطــاف سوف يتم دفع نفس المبالغ سواء تم اعتماد أسلوب ET أو LT، والشــكل رقم(6-35) يوضح هذه الفكرة، حيث نلاحظ في اسفل الشكل أن المنحنــيان يلتقيان مع بعضهما البعض وكذلك في نهاية الشكل عند القيمة 1,80,000 التي تمثل القيمة الكلية للمشروع.



شكل (6-35) توزيع الكلف حسب ET ، LT وظهور منطقة الوفورات المالية لدراسة الحالة .No

الأسئلة النظرية للفصل السادس

س1: ما هي علاقة الوقت Time بالكلفة Cost في أسلوب PERT؟

س2:وضح الأساس الفكري للمبادلة بين الكلفة والوقتTradeoff .

س3:ما هي العلاقة بين التكاليف المباشرة وغير المباشرة مع الوقت؟

س4: ما هي تطبيقات أسلوب Pert cost–Time في الواقع العملي؟

س5: ما هي أنواع نماذج البرمجة الخطية ضمن المبادلة بين الكلفة والوقت؟

س6: ما هو الهدف من تطبيق البرمجة الخطية في هكذا نوع من المشاكل؟

س7:مـا هـي فـائدة تطبيق البرمجة للكلف حسب وقت الابتداء المبكر ET وحسب وقت الابتداء المتأخر LT ؟

س8: ما هو المقصود بمساحة المناورة في الموارد المالية؟

س9: ما هو برأيك الأفضل هل اعتماد الوقت المبكر أو المتأخر للابتداء في ظل جدولة الكلف؟

س10: ما هي أهم تطبيقات أسلوب جدولة الكلف؟

مشاكل تطبيقية مختلفة

Problem No.1 مشكلة رقم1

مشـروع يـتكون مـن 10 نشاطات ، حيث أن الوقت الطبيعي (T^n) والوقت المضغوط (t^{gr}) محسوب بالأسابيع، وإن التكاليف الطبيعية هي (K^n)والتكاليف المضغوطة هي(K^{gr})محسوبة بالآلاف الدنانير كما في الجدول التالي:

i-j	T^n	T^{gr}	K^n	K^{gr}
0-1	10	6	30	40
1-2	12	10	43	45
1-3	8	6	26	30
2-3	4	4	15	15
2-4	7	5	20	22
2-5	11	7	24	30
3-4	5	5	10	10
4-5	4	3	8	11
4-6	9	6	16	19
4-6	8	3	27	37

المطلوب:

1-حدد أقصر وقت ممكن لإنجاز المشروع

2- الى أي حد يمكن أن يتم ضغط الوقت، وما هي التكاليف التي سوف تترتب على ذلك

3-اضغط وقت المشروع بحيث تكون التكاليف أقل بمقدار (14) الف.

4-اضـغط الوقـت 5 أيام مع أقل الكلف، وما مقدار التكاليف المرتبطة بذلك الوقت.

النتائج النهائية:

TK=43

1. 0→1→2→3→4→5→6

2. ألف دينار K=28 يوم31

3. يومTK=36

4. ألف دينار K=8 يوم TK=38

مشكلة رقم (2)

توفرت لديك البيانات التالية:

i-j	الوقت الاعتيادي	الوقت المضغوط	الكلفة الاعتيادية	الكلفة المعنوية	S
0-1	5	5	30	30	–
0-2	8	5	44	50	2,0
0-3	7	5	30	35	2,5
2-3	6	4	25	30	2,5
1-3	8	4	35	40	1,25
2-5	10	8	44	50	3,0
3-4	5	4	10	12	2,0
3-5	10	7	24	28	1,0
4-5	6	4	20	26	3,0

المطلوب:

1-رسم المخطط الشبكي ، تحديد Tk والمسار الحرج

2-اضغط وقت تنفيذ المشروع إلى 22 أسبوع، وما هي كلفة هذا الضغط

3-ما هي أقصى مدة يمكن ضغطها في وقت تنفيذ المشروع، وما هي تكاليف ذلك ؟

النتائج النهائية:

أسبوع TK=27

1. المسار الحرج0

0→2→3→4→5

K=7,0 2.

3. وحدة نقدية K=26,9 ولغاية 17 أسبوع

مشكلة رقم (3):

توفرت لديك البيانات الواردة في الجدول أدناه والتي تتعلق بأحد المشاريع الإنشائية، حيث يتضح فيه الكلف والأزمنة المختلفة

i-j	t_n	t_{gr}	K_n	K_{gr}	S
0–1	5	5	30	30	–
0–2	8	5	44	50	2,0
0–3	7	5	30	35	2,5
2–3	6	4	25	30	2,5
1–3	8	4	35	40	1,25
2–5	10	8	44	50	3,0
3–4	5	4	10	12	2,0
3–5	10	7	24	28	1,0
4–5	6	4	20	26	3,0

المطلوب:

ما هي أقل مدة زمنية لانجاز المشروع مع تحديد المسار الحرج

النتائج النهائية:

TK=37

التكاليف التراكمية → 315,0

$\sigma^2_{TW} = 4.05$

الفصـــــل السابع

أساليب وتقنيات مختلفة في إدارة وتنفيذ المشاريع

بناءً على ماورد في الفصول السابقة من أساليب ونقنيات ترتبط بشبكات العمل Net Work ترد في هذا الخصوص أساليب أخرى لها علاقة وثيقة بكل من أسلوب C.P.M وأسلوب PERT ،لذلك فإن هذا الفصل سوف يكرس لدراسة هذه الأساليب والتقنيات .

7-1-العلاقة بين شبكات العمل Network والمخططات الزمنية BAR-Chart ودورها في الاستغلال الأمثل للموارد.

7-1-1-تكامل العلاقة بين شبكات العمل والمخططات الزمنية :

يذهب البعض من المتخصصين بالمخططات الشبكية وإدارة المشاريع إلى تحديد علاقة وثيقة بين شبكات العمل بما في ذلك أسلوبي PERT-CPM والمخططات الزمنية Bar-chart وعلى وجهه التحديد مخطط كانت في مجال التخطيط ورقابة الأداء عند تنفيذ المشاريع وخاصة المشاريع التي تتسم بالبساطة وعدم التعقيد .حيث يعرض الشكل رقم (7-1) موقع وأهمية المخططات الزمنية التي تكمل المهام الملقاة على عاتق كل من أسلوب C.P.M أو أسلوب PERT وذلك من اجل عرض مفصل لاستغلال الموارد[1]، ومن اجل توضيح فكرة العلاقة القائمة بين المخططات الزمنية وشبكات العمل (وبالتحديد أسلوب)C.P.M نأخذ المثال التالي[2]:

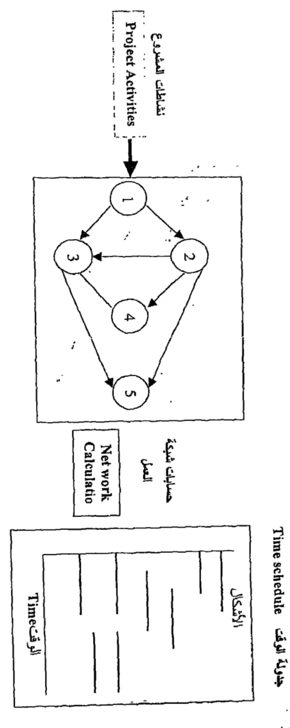
---

(1) جاء في كتاب بحوث العمليات للكاتب العربي المغترب حمدي طه أن المخططات الزمنية ترد في مجال التنفيذ الفعلي للمشروع، لمزيد من التفاصيل راجع

TAHA.H.Operations Research-An Introduction printice-Hall.Inc.Newyork,1997-P263

(2) يرد مصطلح المخططات الزمنية للدلالة على مخطط جانب ، لمزيد من التفاصيل راجع:

جزاع، عبد ذياب "بحوث العمليات" جامعة بغداد1988، ص591



شكل (7-1) مراحل تنفيذ المشروع على أساس اسلوب Gant وأسلوب شبكات العمل Network

مثال رقم 1

توفرت لديك البيانات التالية عن إحدى المشاريع الإنشائية:

رمز النشاط	الأحداث	الوقت
A	(1-2)	أسبوع 1
B	(1-3)	أسبوع 2
C	(1-4)	أسبوع 3
D	(2-5)	أسبوع 4
E	(3-5)	أسبوع 6
F	(3-6)	أسبوع 9
G	(4-5)	أسبوع 7
H	(5-6)	أسبوع 0
K	(4-6)	أسبوع 1
L	(5-7)	أسبوع 10
M	(6-8)	أسبوع 12
N	(7-9)	أسبوع 1
W	(8-9)	أسبوع 2

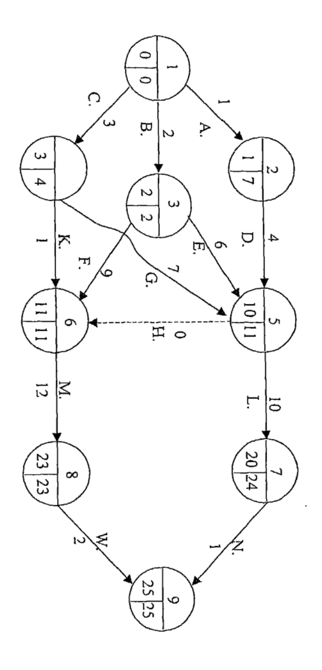
المطلوب:

1-رسم المخطط الشبكي للمشروع.

2-حساب C.P.M,LT,ET.

الحل:

إن المطلوب الأول يتم تنفيذه كما يلي:



شكل (7-2) المخطط الشبكي للمشروع

مـــن الشكل رقم (7-2) السابق يتضح أن المشروع المذكور يستغرق إنجازه 25 يوما، وعلى أساس المخطط الشبكي أعلاه يتم تصميم وبناء مخطط جانب، حيـــث يـــتم تقسيم المحور السيني فيه إلى 25 جزء، يكون فيه كل جزء يمثل يوما واحدا، بالإضافة إلى ذلك يقسم المحور العمودي إلى تقسيمات معينة تعبر عـــن الأحـــداث الـــواردة في المخطط الشبكي المذكور، حيث على أساسها يتم تمثـــيل الأنشطة الاعتيادية من خلال رسم الأعمدة الأفقية، وبخط عريض، في حيـــن أن الأنشـــطة الوهمـــية يكون التعبير عنها من خلال نقاط في هيئة خط مســـتقيم منقط وبوقت يساوي صفر ويبلغ عدد الأنشطة الاعتيادية (13)نشاطا بضـــمنها النشـــاط الوهمـــي الـــذي لا يتم تمثيله على المخطط الزمني لأنه لا يستغرق وقتا.

وبشكل عام هنالك اثنين من الطرق التي بموجبها يتم تمثيل البيانات من خلال المخططات الزمنية ، وهما:

أولا: تمثيل الأنشطة حب التسلسل الرقمي التصاعدي.

من أجل توضيح فكرة هذا الأسلوب يتم الاستعانة بالبيانات الواردة في المخطط الشبكي للمثال رقم (1) وعلى أساس البيانات المذكورة يتم رسم المحور الأفقي ليعـــبر عن الأزمنة والمحور العمودي ليعبر عن الأنشطة، وهذه الأخيرة تمثل حســـب تسلســـلها الرقمـــي التصـــاعدي، حيث ترسم هذه النشاطات من أعلى المحور العمودي وذلك من النشاط A(2-1) ومن ثم النشاطB(3-1)والنشاط C(4-1) وهكـــذا بالنسبة لبقية النشاطات ويعتمد طول امتداد النشاط (الذي تم التعبير عنه من خلال الأشرطة العريضة) على المدة الزمنية التي يستغرقها النشاط المذكور.

الشـــكل رقم (7-3) يوضح هذا النوع من طريقة يمثل الأنشطة، حيث يتضح أن النشاط A(2-1) يستغرق يوما واحدا، والنشاط B(3-1) يستغرق يومين في حين أن النشاط (6-3) يستغرق ستة أيام وهكذا بالنسبة لبقية الأنشطة.

بعـــد تمثـــيل الأنشطة طبقا للأزمنة المحددة لها، فإن الخطوة التالية هي تمثيل الاحتياطـــيات الزمنـــية بخطوط متقطعة بامتداد النشاطات الاعتيادية، علماً بأن للنشاط الحرج الوقت الاحتياطي يساوي صفر، ومن الشكل رقم (7-3) يتضح أن الوقـــت الاحتياطـــي للنشاط A(2-1) يساوي ستة أيام، وهنا يعني ، انه يمكن تأخير هذا النشاط لمدة ستة أيام.

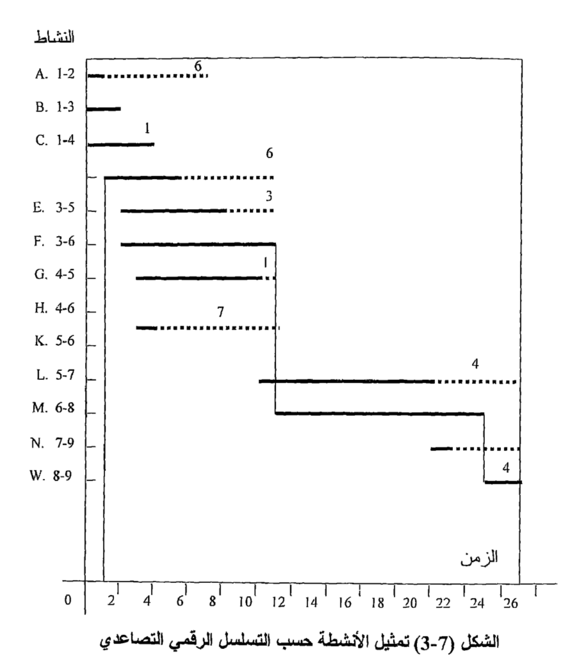
ثانيا: تمثيل الأنشطة حسب وقت المرونة الكلي:

هـــذا الـــنوع مـــن أساليب تمثيل البيانات للمشاريع ، يتم وفق نفس الأساس المعـــتمد ســـابقا من حيث تخصيص المحور الأفقي للأزمنة والمحور العمودي للأنشطة، ، ما عدا بعض الاختلافات، وهي :

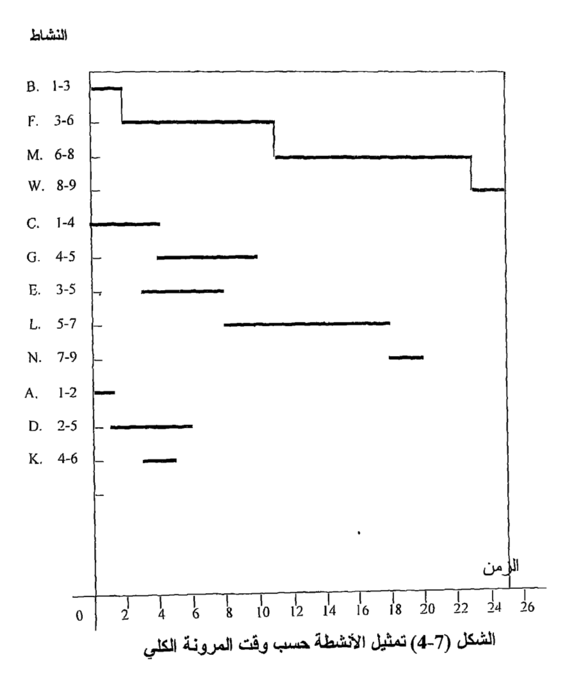
1-يـــتم رسم الأنشطة الحرجة أولا، وذلك لأن الاحتياطيات الزمنية لها تساوي صفراً.

2-يتم بعد ذلك رسم الأنشطة غير الحرجة.

حيث يتضح من الشكل رقم (7-4) إن الأنشطة الحرجة (W.M.F.B) جاءت في المقدمة ، ومن ثم جاء بعدها الأنشطة غير الحرجة، حيث يتم رسم النشاط الحرج 20 الذي له وقت احتياطي يوم واحد فقط، ومن ثم يتم رسم النشاط غير الحرج، G الذي له وقت احتياطي يوم واحد أيضا، وبعد ذلك يتم رسم النشاط غـــير الحـــرج E والـــذي له وقـــت احتياطي ثلاثة أيام، وهكذا بالنسبة لبقية الأنشطة الأخرى، حيث يلاحظ أن الأنشطة K.D.A.N.L لها أوقات احتياطية هي على التوالي 7,6,6,4,4 يوم وهكذا.



الشكل (3-7) تمثيل الأنشطة حسب التسلسل الرقمي التصاعدي



الشكل (7-4) تمثيل الأنشطة حسب وقت المرونة الكلي

إن عــرض أنشــطة المشروع وفق الصيغة الأولى أو الثانية يمكن أن يســتثمر لأغراض اتخاذ القرارات المتعلقة بالاستغلال الأمثل للموارد المتاحة (أيدي عاملة، أموال ، ... الخ) كما سوف نلاحظ ذلك في الفقرة التالية .

7-3-أساليب توزيع الموارد المتاحة واستغلالها بالشكل الأمثل:

يــتم توظــيف شــبكات العمل والمخططات الزمنية في مجال إدارة المشاريع وتنفيذها، وبالتحديد لتحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة لتنفيذ المشروع ومن هذه الموارد مايلي:

1-الموارد البشرية المختلفة.

2-المكائن والمعدات.

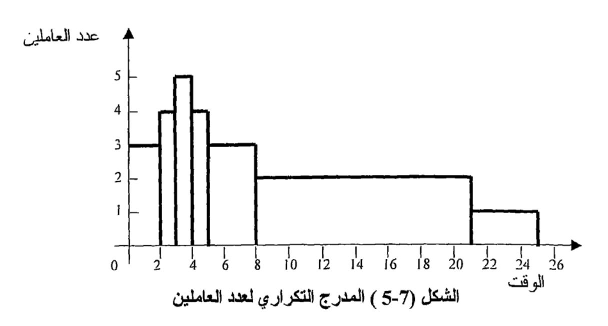
3-المواد الأولية الأساسية والمساعدة.

إن المشــاريع علــى اخــتلافها تحتاج إلى بعض أو كل هذه الأنواع من المــوارد، ويتطــبق ذلك على الأنشطة ذاتها، حيث أن كل نشاط قد يحتاج إلى نشاط اكثر من الموارد المذكزرة أعلاه. إن الحاجة إلى الموارد المذكورة أعلاه قــد تكون ثابتة أو قد تكون متغيرة خلال الفترة الزمنية المحددة للنشاط، وقد تكــون الحاجــة متغيرة أو قد تكون معتمدة على المدة الزمنية التي يستغرقها النشــاط، ومن ذلك يمكن أن نستنتج ، أن كمية الموارد تتناسب بشكل عكسي مع الفترة الزمنية التي يستغرقها النشاط.

إن الدافــع الأساســي لاستخدام أساليب توزيع الموارد أن كمية الموارد المذكــورة أعــلاه لا تــتوفر بشكل مطلق بل هي محدودة وتترتب عليها كلفة لإدارة المشــروع، ومن هنا تظهر الحاجة إلى الموازنة بين زمن إنجاز النشاط وكمية هذه الموارد.

من اجل توضيح أهمية الموارد المحدودة وكيفية التصرف بها من قبل إدارة المشروع نعود مرة أخرى الى مثالنا السابق، وبالتحـديد الشكـل رقـم (7-2) وعلـى سـبيل المثال لو كان لإدارة المشروع أربعة عمال فقط لتنفيذ المشـروع، ولو أن كل واحد من أنشطة المشروع يحتاج إلى عامل واحد، فإن هكـذا فرضـية سوف لا تمكن إدارة المشروع من إنجاز المشروع من المدة المحـددة وهي 25 يوماً، إذا لا بد من الاستعانة بأيدي عاملة إضافية، ويمكن فـي هكذا نوع من المشاكل الاستعانة بأدوات وأساليب كمية أخرى تمكن إدارة المشـروع من تحديد الحاجة المطلوبة من العاملين أو أية موارد أخرى، ومن هذه الأدوات هو أسلوب المدرج التكراري **(Histoqram)** وهو من الأساليب الإحصائية التي يستفيد منها متخذ القرار في إدارة المشروع في عرض ما هو مـتوفر من موارد خلال سقف زمني معين، وهو عبارة عن محورين أحدهما أفقـي مخصـص للزمن، والآخر عمودي مخصص للموارد، ويتم التعبير عن الأنشطة من خلال الأعمدة وغير ذلك من أساليب العرض البياني.

وبـالعودة إلى المثال رقم (1) السابق والشكل المرتبط به الذي يوضح تمثـيل الأنشطة حسب التسلسل الرقمي التصاعدي ومن الشكل المذكور يتضح مقدار ما يحتاج كل نشاط من الوقت اللازم للإنجاز، ولو اعتمدنا ما هو مطلوب من العاملين وهو أربعة، فإن ففي هذه الحالة يتم تنظيم الشكل (7-5)



الشكل (7-5) المدرج التكراري لعدد العاملين

1-يتضـــح من الشكل أن في الفترة من صفر إلى اثنين هنالك ثلاث نشاطات ، وهو يعني أن الحاجة إلى ثلاث عمال .

2-الفترة من 2 إلى 3 هنالك أربعة أنشطة لذلك فإن الحاجة هنا إلى أربعة عاملين.

3-الفـــترة من 3 إلى 4 يوجد 5 أنشطة لذلك فإن الحاجة هنا إلى خمسة عمال على أساس أن كل نشاط يحتاج إلى عامل واحد فقط.

4-الفترة من 4 إلى 5 الحاجة إلى أربعة عمال فقط.

5-الفترة من 5 إلى 8 الحاجة إلى ثلاث عمال فقط.

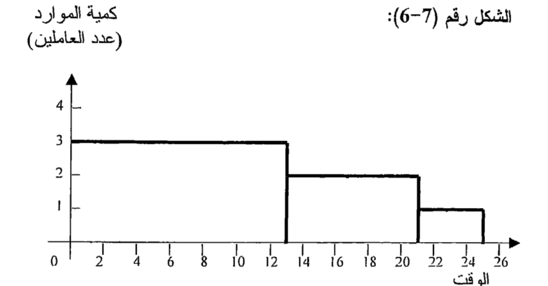
6-الفترة من 8 إلى 21 الحاجة إلى عاملين فقط.

7-الفترة من 21 إلى 25 الحاجة هي إلى عامل واحد فقط.

إن المدرج التكراري الذي تم تصميمه يوضح أنه في الفترة الزمنية من 3 إلـــى 4 يحـــتاج المشـــروع إلى خمسة عمال، وهو غير مقبول من الناحية المنطقـــية لأن المـــتوفر هـــو 4 عمـــال فقـــط، فـــي هذه الحالة تظهر أهمية

الاحتياطـيات الزمنـية، ففـي هـذه الحالة يمكن تأخير الأنشطة ذات الأوقات الفائضـة أو الاحتياطـية وذلـك بمدة تساوي نفس الوقت الاحتياطي مع عدم التأثـير على الموعد المقرر لإنجاز المشروع وهو 25 يوم، على سبيل المثال لـو تـم أخذ النشاط K، فإن له وقت احتياطي يساوي 7 أيام، لذلك يتم تأجيل عملية تنفيذ هذا النشاط لمدة ستة أيام بحيث تتم المباشرة به في اليوم العاشر بـدلا من اليوم الرابع، وكذلك يمكن أن يؤخر النشاط E يوم واحد مع العلم أن لهـذا النشـاط وقت احتياطي يبلغ 3 أيام، وبناءاً على ذلك فإن التوزيع الجديد للعاملين سوف يكون مناسباً وكافي.

الشكل رقم (7-6):



الشكل (7-6) المدرج التكراري الذي يستثمر الاحتياطيات الزمنية

ويمكن تلخيص وتحليل الشكل السابق كما هو وارد في الجدول التالي:

الفترة الزمنية	الموارد (عدد العاملين)
من 0 ← 11	المطلوب 3 عمال
من 11 ← 21	المطلوب 2 عامل
من 21 ← 25	المطلوب 1 عامل

ومما تقدم يتضح دور وأهمية الاحتياطيات الزمنية التي تم الحصول عليها من خلال المخططات الزمنية في تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة، حيث يتضح أن عدد العاملين تم تقليص عددهم من 5 إلى 3 لتنفيذ المشروع المذكور في المدة المحدودة دون تأخير.

مثال رقم (2):

إحدى المشاريع الإنشائية يتضمن مجموعة من الأنشطة وكانت كما في الجدول التالي:

Activityالنشاط	Events الأحداث	المدة الزمنية	كمية الموارد المطلوبة
A	(1-2)	يوم 3	1
B	(1-3)	يوم 1	2
C	(1-4)	يوم 15	5
D	(1-6)	يوم 7	3
E	(2-3)	يوم 8	1
F	(2-5)	يوم 10	4
G	(3-4)	يوم 3	10
H	(3-7)	يوم 10	9
I	(4-5)	يوم 10	8
J	(4-7)	يوم 22	7
K	(5-6)	يوم 5	2
L	(5-7)	يوم12	5
M	(6-7)	يوم 17	3

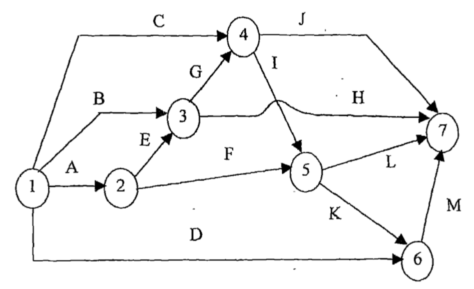
المطلوب:

1-رسم المخطط الشبكي للمشروع.

2-رسم المخططات الزمنية التي توضح كيفية تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد.

الحل :

في البداية يتم رسم المخطط الشبكي للمشروع وكما في الشكل (7-7) :



الشكل (7-7) المخطط الشبكي للمشروع

على أســـــاس الشكل السابق يتم حساب الأوقات المبكرة والمتأخرة للإنجاز كما يلي:

النشاط Activity	الوقت المبكر ET	الوقت المتأخر LT	النشاطات الحرجة
A	3	4	
B	1	12	
C	15	15	*
D	7	30	
E	11	12	
F	13	25	
G	14	15	
H	21	37	
I	25	25	*
J	37	37	*
K	30	30	*
L	37	37	*
M	37	37	*

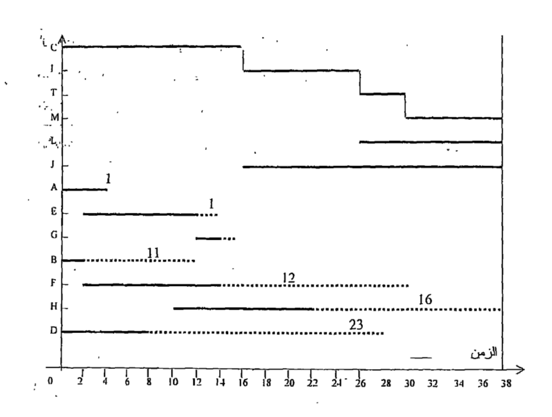
بالإضافة إلى ما تقدم يمكن حساب الاحتياطيات الزمنية وكما يلي:

Activity النشاط	الاحتياطيات الزمنية		
	الكلي	الحر	المستقل
A	1	0	0
B	11	10	10
C	0	0	0
D	23	23	23
E	1	0	0
F	12	12	11
Q	1	1	0
H	16	16	15
J	0	0	0
J	0	0	0
K	0	0	0
L	0	0	0
M	0	0	0

مــن الشكل (7-8) والحسابات الزمنية المرتبطة به نجد أن هنالك أكثر من نشاط حرج واحد، وهي:

1 C.J
   5+7➔12
2 C→I→L
   5+10+5➔20
3 C.→I.→K.→M
   5+10+5+17➔37

الخطــوة التالــية هو رسم المخطط الزمني للمشروع وذلك عن أساس تمثيل الأنشطة حسب الاحتياطيات الزمنية وبالتحديد الوقت الاحتياطي الكلي" مع العلم أن الأساس في الرسم هو المسار الحـــرج، وذلك كما هو واضـــح في الشكل (7-8).



الشكل (7-8) المخطط الزمني للمشروع

من الشكل (7-8) يتضح أن المسار الحرج هو القاعدة الأساس في تغطية كافة النشاطات ويبلغ طوله 37 يوم، وعلى أساسه يتم تحديد الأوقات التي تمثل الاحتياطيات الكلية.

مـن الشكل السابق يتضح أن الوقت الاحتياطي الكلي للنشاط B هو 11 يوما، والوقت المرن الكلي للنشاط A يساوي يوما واحدا، وهكذا لبقية الأنشطة يرسم المـدرج التكراري(Histogram) الذي يمثل كمية المصادر المطلوبة في أية لحظـة زمنية، مثلا في الشكل (7-8) نرى أن عدد الأنشطة التي يبدأ بتنفيذها أو المباشـرة فيها في الأيام من 0 إلى I هي أربعة أنشطة وهي على الترتيب مـن الأعلـى إلى الأسفل D,B,A,C الكمية المطلوبة من المصادر في اليوم الأول يمكن حسابها كما يلي:

الأنشطة التي يباشر في اليوم الأول	كمية الموارد المطلوبة
C	5
A	1
B	2
D	3
المجموع	11

- إن كمية المصادر المطلوبة في اليوم الأول تساوي 11.
- عـدد الأنشطة المباشر فيها في اليوم الثاني والثالث (من 1 إلى 3) ثلاثة أنشطة وهي D,A,C ،أذن كمية المصادر المطلوبة في اليومين الثاني والثالث تساوي9.

عدد الأنشطة المباشر بها في الأيام 7,6,5,4 ،هي أربعة أنشطة مباشرة أدناه:

الأنشطة	كمية الموارد المطلوبة
C	5
E	1
F	4
D	3
	المجموع 13

- إن كمية المصادر المطلوبة في تلك الفترة تساوي 13.
- إن عــدد الأنشــطة فــي الأيــام من 7 إلى 11 هي ثلاث أنشطة وإن كمية المصادر المطلوبة في تلك الأيام تساوي 10.
- عدد الأنشطة في الأيام من 11 إلى 13 هو أربعة أنشطة وإن كمية المصادر المطلوبة تحسب كالآتي:

الأنشطة	كمية الموارد المطلوبة
C	5
G	10
F	4
H	9
	المجموع 28

كمية المصادر المطلوبة في تلك الأيام هي 28. أما كمية المصادر المطلوبة في الـيوم 13 فإنها تساوي 24 أما كميــة المصادر المطلوبة في اليوم 14 فإنها تساوي 14.

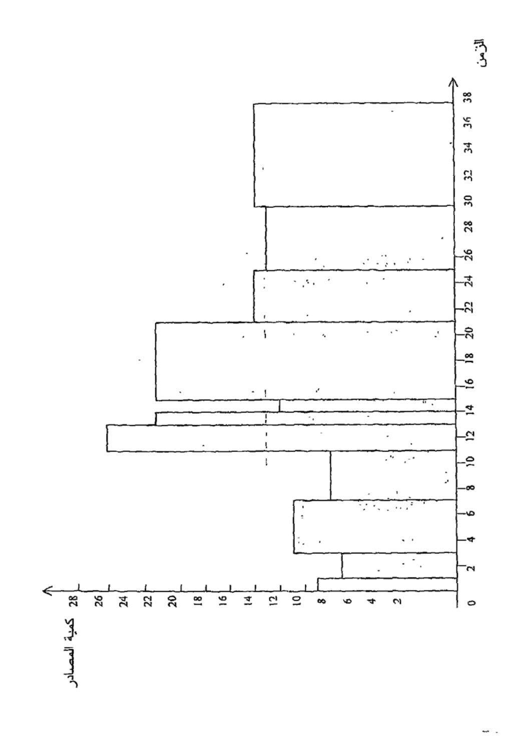
الخطوة الثانية هو :

تلخيص الحسابات المتبقية وكمية المصادر المطلوبة وذلك في كل فترة ة وكما يرد في الجدول رقم(7-1) :

جدول رقم (7-1) كمية المصادر المطلوبة في كل فترة زمنية

الفترة الزمنية / الأيام	كمية الموارد المطلوبة
0 إلى 1	11
3-1	9
7-4	13
11-7	28
13-11	24
14-13	14
15-14	24
21-15	15
25-21	14
30-25	15
37-30	

وبعـد ذلك يتم رسم المدرج التكراري للكميات المطلوبة في كل فترة كما مبينة في الشكل (7-10) .



الشكل (7–10) المدرج التكراري لكمية المصادر المطلوبة

مـــن الممكن إجراء التعديلات على الشكل (7-10) وذلك بتأخير موعد تنفـــيذ الأنشطة غير الحرجة حيث أن هذه الأنشطة لا تؤثر على الوقت المقرر للمشروع ما دام التأخير ضمن الوقت المرن الكلي للنشاط غير الحرج.

تتبع الطريقة الآتية في إجراء التعديلات المطلوبة:

1-يؤخـــر النشـــاط A يوما واحدا حيث يكون وقت المباشرة بتنفيذه هو اليوم الأول.

2- المباشرة بتنفيذ النشاط B في اليوم الرابع.

3- المباشرة بتنفيذ النشاط في اليوم الخامس.

4- المباشرة بتنفيذ النشاط F في اليوم العاشر.

5- المباشرة بتنفيذ النشاط E في اليوم الرابع.

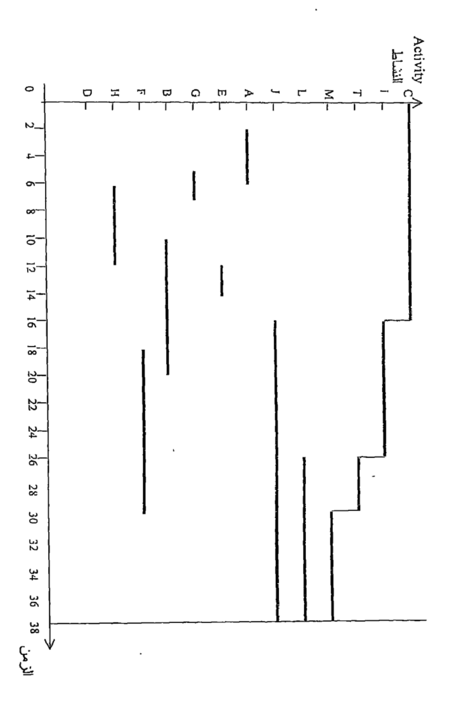
6- المباشرة بتنفيذ النشاط G في اليوم الثاني عشر.

7- المباشرة بتنفيذ النشاط H في اليوم العشرين.

أمـــا بقية أوقات الأنشطة الحرجة فتبقى كما هي في الشكل (7-10) وبعد ذلك يتم تنظيم الشكل رقم(7-11) ، والخطـــوة التاليـــة هو أن يحسب من الشكل (7-11) كمية المصادر المطلوبة في كل فترة وكما في الجدول (7-2).

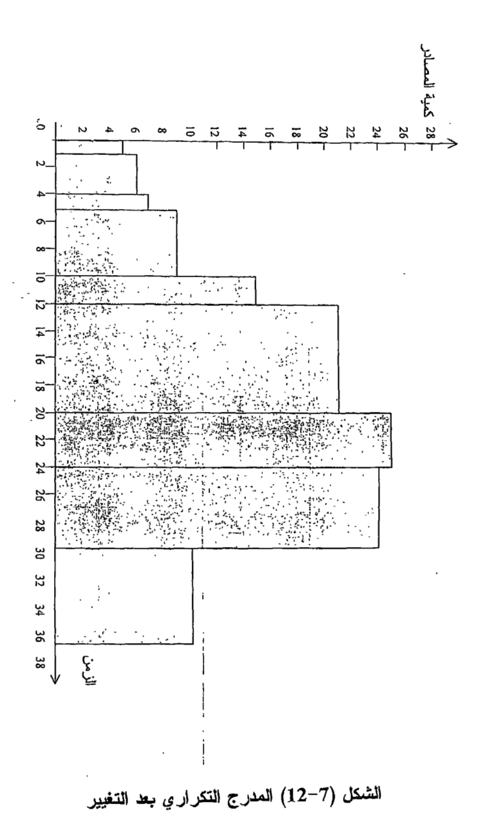
جدول (7-2) كمية المصادر المطلوبة بعد إجراء التعديلات

الفترة الزمنية بالأيام	كمية المصادر المطلوبة/ عمال
1-0	5
4-1	6
5-4	7
10-5	9
12-10	13
15-12	19
20-15	19
25-20	24
30-25	23
37-30	10



الشكل (7-11) المخطط الزمني بعد التغيير

وهكذا تتجلى فائدة المخططات الزمنية والمدرجات التكرارية في تقليص كمية المصادر المطلوبة إلى حد مقبول وحسب الرغبة في تنفيذ الأنشطة المختلفة حيث يتدرج عدد العمال في الشكل (7−12) تدريجياً إلى أن يصل إلى 24 عاملا كحدا أعلى ثم يبدأ المنحنى بالتنازل.



الشكل (7-12) المدرج التكراري بعد التغيير

إن المثال السابق يمكن أن يرد في صيغة أخرى، حيث أن بيانات المشكلة ترد مباشـــرة داخـــل المخطط الشبكي للمشروع كما هو واضح في الحالة الدراسية أدناه.

حالة دراسية رقم (1)

إحدى المنشآت المتخصصة بعمليات الطلاء والصبغ رست عليها مناقصة تتعلق بمشروع طلاء أحد البيوت السكنية الكبيرة والذي يتكون مما يلي:

1- غرف عادية في الطابق الأول **First Floor Rooms**.

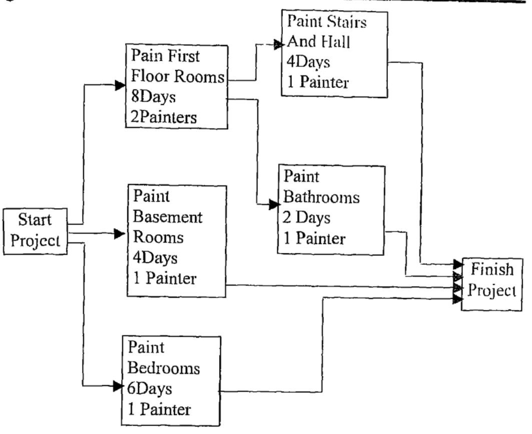
2- غرف الجلوس **Basement Rooms**.

3-غرف نوم أرضية **Bed rooms**.

4-الصالة ومحلقاتها **Staris and Hall**.

5-الحمامات **Bath room**.

المخطـط الشـبكي المعـبر عن هذا المشروع كما في الشكل رقم (7-13) وتظهـر علاقـة اسـتغلال المـوارد بشـكل مغاير لما ورد معنا في الحالات السـابقة،حيث نلاحظ أن عرض الاشكال يتم من خلال عدة او أشكال افقية كما هو واضح في الشكل (7-14) . ويتم معالجة هذان احالة وتسوية المـــواد كمـــا فـــي الشكل (7-15) حيث يتضح منه كمية الموارد المطلوبة في كل فترة زمنية .

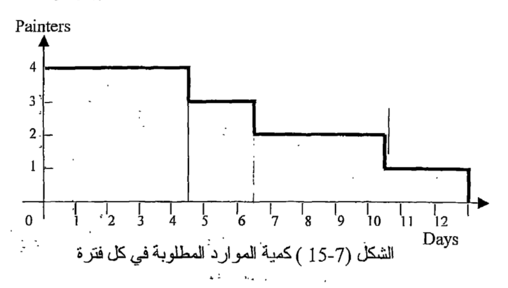


شكل (7-13) المخطط الشبكي للمشروع

Activity	Painter Days
First Floor Rooms (2Painters)	16
Stairs&Halls(1Painter)	4
Bathroom (1 Painter)	2
Basement Rooms (1Painter)	4
Bedrooms(1Painter)	6

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Painter	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	1	1	32

الشكل (7-14)استغلال الموارد المتاحة



الشكل (7-15) كمية الموارد المطلوبة في كل فترة

إن الأنشطة الواردة في المخطط الشبكي السابق يتم برمجتها ضمن المخطط الزمني للمشروع على أساس أن ومن المسار الحرج في هذا المخطط هو 12 يوم ويعرض الشكل رقم (7–14) الكيفية التي بموجبها يتم تخطيط الموارد واستغلالها ضمن المدة الزمنية المحددة لإنجاز المشروع.

أما كمية الموارد المطلوبة (عدد العاملين في الصباغين أو رسامين) فإن المدرج التكراري الوارد في الشكل رقم (7–15) يوضح ذلك، حيث يتضح أن أكبر عدد يتطلب توفرهم في الفترة بين اليوم الأول واليوم الرابع.

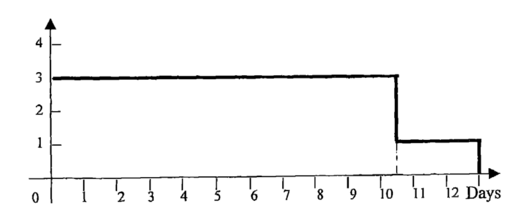
إن المدرج التكراري الوارد في الشكل المذكور ليس هو الشكل النهائي الذي يعبر عن كمية الموارد المطلوبة في كل فترة زمنية، بل من الممكن إجراء تعديلات فيه بحيث يصبح أكثر انتظاماً، ومن اجل تحقيق ذلك يفترض أن يتم تنظيم مخطط زمني جديد رقم (7–16) حيث تم فيه إجراء تعديلات بالاعتماد على الشكل السابق، بحيث تم تأخير موعد تنفيذ الأنشطة غير الحرجة، ومن المعلوم أن هذه الأنشطة لا تؤثر على الوقت المقرر للمشروع ما دام التأخير قد تم ضمن الوقت المرن الكلي للنشاط.

Activity	Painter Days
First Floor Rooms (2Painters)	16
Stairs&Halls(1Painter)	4
Bathroom (1 Painter)	2
Basement Rooms (1Painter)	4
Bedrooms(1 Painter)	6

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Painter	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	32

شكل رقم (7-16) المخطط الزمني المعدل

وعلـــى أساس هذا الشكل يتم إعادة رسم المدرج التكراري الذي يوضح كمية الموارد المطلوبة في كل فترة كما هو واضح في الشكل رقم (7-17).



الشكل (7-17) كمية الموارد المطلوبة في كل فترة بعد التعديل

وأخـــيرا لا بد وان نشير هنا إلى ان المخطط الزمني المعدل الوارد في الشـــكل رقـــم (7-15) يمكـــن المســـؤول عـــن تنفيذ المشروع من حساب الاحتياطيات الزمنية (Slack) وذلك على ثلاث مراحل ، وهي:

1-المرحلة الأولى **First Resource Allocation**.

2-المرحلة الثانية Second Resource Allocation.

3-المرحلة الثالثة Third Resource Allocation.

كمـا هو واضح من الشكل رقم (A/18-7) والشكل رقم (B/18-7) والشكل رقم (C /18-7).

الشكل رقم (A/18-7) حساب الاحتياطي الزمني في المرحلة الأولى[1]

Activity	Slack
(1st row)	0
Stairs&Halls(1Painter)	0
Bathroom(1Painter)	2
Basement Rooms (1Painter)	0
Bedrooms(1Painter)	

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Painter	3	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3	3	1	1

والشكل رقم (B/18-7) حساب الاحتياطي الزمني في المرحلة الثانية

Activity	Slack
First Floor Rooms (2Painters)Painters	0
Stairs&Halls(1Painter)	0
Bathroom(1Painter)	−2
Basement Rooms (1Painter)	−4
Bedrooms(1Painter)	−2

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Painter	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1

[1] أن الوقت السابق الاحتياطي يساوي صفر

والشكل رقم (7-18/ C) حساب الاحتياطي الزمني في المرحلة الثالثة.

Activity	Slack
First Floor Rooms (2Painters)Painters	0
Stairs&Halls(1 Painter)	0
Bathroom(1Painter)	−4
Basement Rooms (1Painter)	−4
Bedrooms(1Painter)	−2

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Painter	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

7-2 أسلوب شبكة GERT:

يمكن تقسيم تحليلات شبكات العمل، إلى مايلي :

DAN-1 ←—— ويعني التحليلات المحددة لشبكات العمل

Deterministic Analysis Net Work

GAN-2 ←—— ويعني التحليلات الاحتمالية أو التصادفية لشبكات العمل

Stochastic Analysis Net Work
Generalized Analysis Net Work

النوع الأول تم دراسته في الفقرات السابقة، أما بالنسبة للنوع الثاني، فإن فكرة هذا النوع من التحليلات تعتمد على تصميم شبكات عمل يكون فيها أنواع مختلفة من الأشكال التي تعبر عن الأحداث بالإضافة إلى وجود عوامل (إضافة ومضاعفات) في مكونات وعناصر الشبكة.

بشكل عام يمكن تفسير فكرة بناء وتصميم شبكة العمل، بأنها عبارة عن تحديد لمخرجات ومدخلات إلى الأحداث من العلاقات المنطقية المختلفة، حيث أن المدخلات تتضمن:

1-بدائل من فك الارتباط.

2-بدائل من الارتباط.

3-صيغ وأشكال.

يضاف إلى ما تقدم هو وجود نوعين من أنواع علاقات المخرجات وهي:

1-محددة Deterministic.

2-احتمالية Probabilistic.

إن العلاقات الواردة الذكر أعلاه بأنواع المدخلات والمخرجات يمكن توضيحها من خلال الجدول التالي:

جدول اشكال تنظيم شبكة GERT

	بدائل اتصال	بدائل تفرع	المخرجات / المدخلات	
				محددة Determinist
				احتمالية Probabilist

إن هذه الأشكال والصيغ ترد ضمن أسلوب تتميز من أساليب شبكات العمل يعرف باسم (GERT) وهو اختصار للكلمات التالية:

Graphical Evaluaton and Review Techuique

إن هذا النوع من شبكات العمل يرد وفق صيغ وأشكال مختلفة حيث إن الأنواع الأكثر شيوعاً من الأحداث في شبكة GERT، هي تلك التي لها ترد ضمن المدخلات والتي تتسم ببدائل مختلفة من فك الارتباط والتي بها مخرجات احتمالية، وتعرف باختصار باسم(STALTRO).

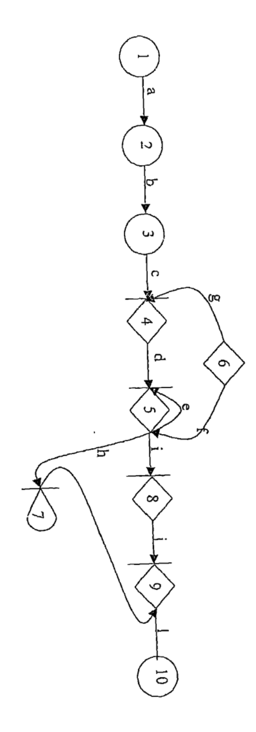
إن أسلوب GERT هو حالة معدلة من الأساليب السابقة PERT /C.P.M ويعرف بأنه أسلوب المراجعة والتقييم البياني:

Graphical Evalution and Review Technique ويقوم هذا الأسلوب علــى افــتراض أم جمــيع الأنشطة تأخذ مكانها ولكن أن لكل نشاط احتمالية الحدوث في شبكات الأعمال أو التحليل الشبكي، وهذا يعني أن ليس بالضرورة أن يــتم إنجــاز جميع الأنشطة ضمن شبكة العمل، يضاف إلى ما تقدم هنالك إمكانــية للــرجوع إلــى الأنشــطة السابقة لإجراء بعض التعديلات . من أجل توضــيح فكــرة اسلوب GERT نعرض للقارئ الكريم الجدول رقم (7-3) وكذلــك المخطط الشبكي رقم (7-9) الذي يعبر عن احدى المشاريع المتعلقة بصــناعة محــرك للغسالات ولم نخوض في عملية حل هذه المشكلة ،حيث تم تأجيل ذلك الى مؤلفات قادمة .

تم بعونه تعالى

رمز النشاط	تفاصيل النشاط	العوامل
a.	ترتيب مواقع الانتاج	وقت الانتاج
b.	دفع المكونات داخل المواقع	وقت عملية الانتقال
c.	البدء بتنفيذ للعمليات	وقت التنفيذ
d.	رقابة	وقت الرقابة
e.	تصحيح وتعديل	وقت التصحيح والتعديل والاحتمالات
f.	تحويل المنتوج الى الصيانة	وقت الصيانة والاحتمالات
g.	الصيانة	وقت الصيانة
h.	تحويل المنتوج نحو المخازن	وقت تحويل المنتوج للمخازن والاحتمالات
i.	تحويل المنتوج نحو البحوث والفحوصات	وقت التمويل
j.	فحص وتحليل	وقت الفحص والتحليل
k.	تحويل نحو مخازن المواد العاملة	وقت التحويل نحو المخازن والاحتمالات
L.	تحويل المنتوج نحو مخازن الجاهز	وقت تحويل المنتوج نحو مخازن الجاهز

جدول رقم (7-3) بيانات وتفاصيل الانشطة في الشبكة لأسلوب GERT



الشكل رقم (7–19) المخطط الزمني للمشروع وفق أسلوب **GERT**

الأسئلة النظرية للفصل السابع

س1: ما هو المقصود بـ Bar-chart؟

س2:ما هي العلاقة بين شبكات العمل وأسلوب Bar-chart؟

س3: ما هي العلاقة بين أسلوب C.P.M وأسلوبBar-chart؟

س4:كـيف يمكـن التعبـير عن تكافل العلاقة بين شبكات العمل والمخططات الزمنية؟

س5:ما هي أساليب توزيع الموارد المتاحة؟

س6: ما هو المقصود بأسلوب GERT؟

س7: مـا هي نقطة اختلاف أسلوب GERT عن أسلوب C.P.M وأسلوب PERT؟

س8: ما هي استخدامات أسلوب GERT في الواقع العملي؟

المراجع العلمية والملاحق

أولا: المراجع العلمية

ثانيا: الملحق

المراجع العلمية

أولا المراجع العربية(الكتب):

1-الماضي، وليد، لتسيير المشاريع، دمشق ، دار المعرفة 1988.

2-عيد، عاطف محمد، المشروعات ، القاهرة : 1990.

3-غراهام، روبرت ج، تكوين البيئة الخارجية للمشاريع الناجحة، ترجمة ايمن الطباع، الرياض: مكتبة العبيكات، 2002.

4-فريم، ج ديفيسن، إدارة المشروعات في المؤسسات، ترجمة عبد الله كامل عبد الله، الرياض: مكتبة العبيكات ، المؤتمن. للتوزيع، 1997.

5-سلمان ، شامي تيسير، إدارة المشاريع، الرياض: المؤتمن للتوزيع ، 1997

6-ريدفـــغ، جوزســـي، المـــنهج الـــراديكالي في إدارة المشروعات، الرياض: مكتبة العبيكات، 2003.

7-ماضي، محمد توفيق، إدارة وجدولة المشاريع، القاهرة ، الدار الجامعية، 2000.

8- الأســـير، عزيز، إدارة المشاريع باستخدام Microsoft Psoject 2000، حلب: شعاع للنشر والعلوم ، 2000.

9-ريدنع، جون ماسي، المنهج الإداري في إدارة المشروعات، ترجمة أيمن الأرخنازي، الرياض : مكتبة العبيكات، 2003.

10- العبيدي، محمود والفضل، مؤيد : بحوث العمليات وتطبيقاها في إدارة الأعمال ، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع / الأردن- عمان 2004.

11- جزاع، عبد ذياب، بحوث العمليات- الطبعة الثانية، جامعة بغداد 1986.

12- مشـــرقي، حسن علي وآخرون، بحوث العمليات- تحليل كمي في الإدارة ، دار المسيرة للنشر والتوزيع- الأردن – عمان 1997.

13- الفضـــل، مؤيـــد ومحمد ، حاكم محسن، إدارة الإنتاج والعمليات، دار زهران للنشر والتوزيع – الأردن- عمان 2004.

14- الفضـــل ، مؤيـــد عبد الحسين، شبر، يحاح باقر، بحوث العمليات وتطبيقاتها في وظائف المنشأة ، دار زهران للنشر والتوزيع- الأردن- عمان 1999.

15- علي، رضا صاحب وآخرون، الإدارة لمحات معاصرة، مؤسسة الوراق- الأردن – عمان 2001.

16- زيـــارة، فريد فهمي، إدارة الأعمال- الأصول والمبادئ/ مدخل وظائف المدير، مطبعة الشعر / الأردن- اربد 2000.

17-نجـــم، عـــبود نجم، الأساليب الكمية/ نماذج وتطبيقات ، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع/ الأردن- عمان 2004.

18- شمخي، عدنان وضوية سلمان، مقدمة في بحوث العمليات، بيت الحكمة/ جامعة بغداد 1988.

(الرسائل العلمية)

1-رونــق كــاظم بشــر ، اســتخدام المخططات الشبكية (C.P.M) في تخطيط الحمــلات التســويقية للســلع الجديدة، أطروحة ماجستير مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في جامعة القادسية، 2001 تحت إشراف د. مؤيد الفضل.

2-وداد مجــيد الزهادي، استخدام أسلوب التحليل الشبكي في المشاريع الإنشائية- دراســة تطبيقــية في مطار أربيل، أطروحة ماجستير مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد وفي جامعة صلاح الدين سنة 1988 تحت إشراف د. مؤيد الفضل.

3- عز الدين مجد بركات العووادة، فاعلية الأداء الرقابي لأسلوب التحليل الشبكي- دراســة تطبــيقه في مشاريع وزارة التربية والتعليم في الأردن، أطروحة ماجستير مقدمــة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في الكوفة سنة 1998 تحت إشراف د. مؤيد الفضل.

4-محمــد ناصر العزاوي، التكامل بين أسلوب C.P.M وأسلوب MRP/ دراسة تطبيقية في أحد المشاريع النفطية ، أطروحة دكتوراه مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في جامعة بغداد سنة 2001 تحت إشراف د. كريم محسن.

ثانيا: المراجع الأجنبية

1-lew is, Jaesp, fundamentalsot project Management, New York, America, 2001.

2-Pinto, Jefferyk., Building costomer based project organizations, New York, John wiley sons, 2001.

3-Cova, Bernard, Project marketing, New York, John wiley and Sons, 2002.

4-Gido, Jack, successful froject Management, Mason, ohio: south-westren, 2003

5-Richman, Larry, Projected Management step – by – step, New York: America, 2002.

6-Cleland, David I, Project Management, Boston; McGraw – Hill, 2002.

7-Murch, Richard, Project Management, Upper saddle River, New Jersey: Printice – Hall, 2001.

8-Mingus, Nancy, Alpha Teach yourself project management in Zu hours, Indianapolis, In: Alpha, 2002.

9-Decprose, Donna, Smart Things to know about managing projects, Oxford; Capstore publishing, 2001.

10-Grudy, Tony, Strateg is project Management, London: Thomson Learning, 2002.

11-Jitendra, M.D., Encyclopaedia of project management, New Delhi: anmol publications, 1999.

12-Thomsett, Rob, Radical project management, upper saddle river, New Jersey: prentice – Hall, 2002.

13-Schwalble, Kathy, Information technology: project management, combridge, Mass: course Technology. 2002.

14-Tko bis, Michael, Managing multiple projects, New York: McGraw-Hill, 2002.

15-Heerkens, Gray R. project management, New York: Mc Graw – Hill, 2002.

16-Smith, Karl A., Project management and teamwork, Boston: McGraw-Hill, 2000.

17-Hughes, Bob, Soft ware Project management, London: McGraw -Hill, 1999.

18-Day, David W. J., Project management & control, Hampshire: Macmillan, 1994.

19Beck, Robert, Effective project management, N.Y: John Willey & Sons, 1995.

20-Punmia, B.C, Project planning and control with PERT and CPM, New Delhi: Laxmi publications, 1987.

21.Mylor, Harvey, project Management, Edinburgh Gate: parson Education Limited, 2003.

22-Meredith, Jack R., Project Management practice, New York: John wiley, 2001.

23-Boddy, David, management projects, New Jersey: Printice – Hall, 2002.

24-Cleland, Davidly., Project Management, Boston: Mc Grow –Hill, 2002.

25-Mik Wisniewski "Quantitative Method For Decision Makers" prentice 0 Hall, Fuc. New York 2002.

26-TAHA A.H "Operation research – An Introduction" McGraw Hall, New York 1997.

27-Zbigniew Y. "Badania Operacyi new Przykladachi Zadaniach" PWN. W-wa 2001.

28-Anupindi R. "Managing Business process flows" REVE, Prentice- Hall, New York 1999.

29-Anderson D.R. "Quantitative Methods for Business, W. Pub. Co., New York 1992.

30-Krajewski L. & Ritzman P. "Operation Management" McGraw – Hall, New York 2002.

الملحق

الجداول الإحصائية لدالة التوزيع الطبيعي (Z)

.Normal Distrubution Function (Z)

Appendix (A) ملحق (أ)

Statistical Tables

Normal Distribution Function

$$F(z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{z} e^{-\frac{1}{2}t^2}\,dt$$

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406		0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.954
1.7	0.9554	0.9573	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9656	0.9656	0.9661	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9726	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767

- تابع للجدول في ص 375

$$F(z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{z} e^{-\left(\frac{t^2}{2}\right)}\,dt$$

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9997	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998									
4.0	0.99997									
5.0	0.9999997									
6.0	0.999999999									

هذا الكتاب

يشكل اسهاماً بارزاً في عرض وتحليل المدخل الكمي في إدارة المشروعات، والذي يشكل أداة رئيسة لدعم مدراء المشروعات لتحقيق الكفاءة والفاعلية في صناعة القرارات المرتبطة بالمشاريع المختلفة. وفي هذا الإطار يعرض الكتاب أهم التقنيات الكمية والمتمثلة باسلوبي (CPM) و(PERT) والتي أصبحت تشكل دعامة لنجاح أي مشروع في ظل تطبيقها باستخدام البرامجيات الجاهزة وتكنولوجيا المعلومات.

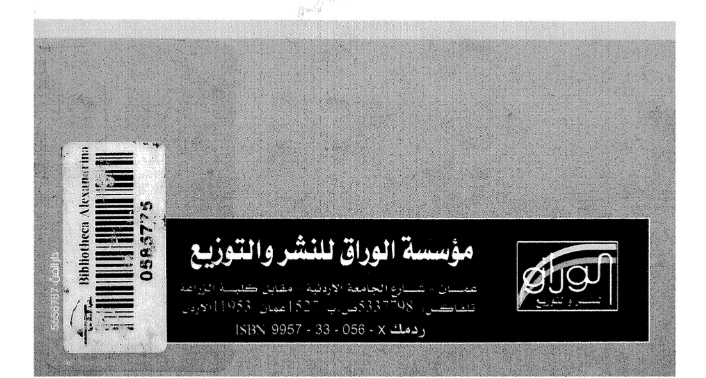
إن قراءة هذا الكتاب تمثل ضرورة للمهتمين بادارة المشروع لبناء وتنمية القاعدة المعرفية الأساسية، والمهارات التطبيقية المدعومة بحالات من الواقع العملي.

الدكتور محمود بدر العبيدي

استاذ إدارة الأعمال المساعد / أساليب كمية في إدارة العمليات والحاصل على شهادة الدكتوراه من جامعة اوسكار لانكة - بولندا عمل في عدد من الجامعات العربية، وله عدد من المؤلفات والبحوث العلمية المتخصصة في المنهج الكمي، كما ساهم في عدد من المؤتمرات العلمية العربية.

الدكتور مؤيد الفضل

- استاذ إدارة الأعمال (بحوث العمليات) المشارك حاصل على شهادة الدكتوراه من جامعة بوزنان / بولندا في سنة ١٩٨٥.
- عمل في عدد من الجامعات العراقية والأردنية.
- نشر عدد من البحوث العلمية وساهم في العديد من المؤتمرات المحلية والعالمية.
- اصدر عدد من الكتب في مجال المنهج الكمي / إدارة الأعمال.



مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع
عمان - شارع الجامعة الاردنية - مقابل كلية الزراعة
تلفاكس: 5337798 ص.ب 1527 عمان 11953 الاردن
ردمك ISBN 9957 - 33 - 056 - X